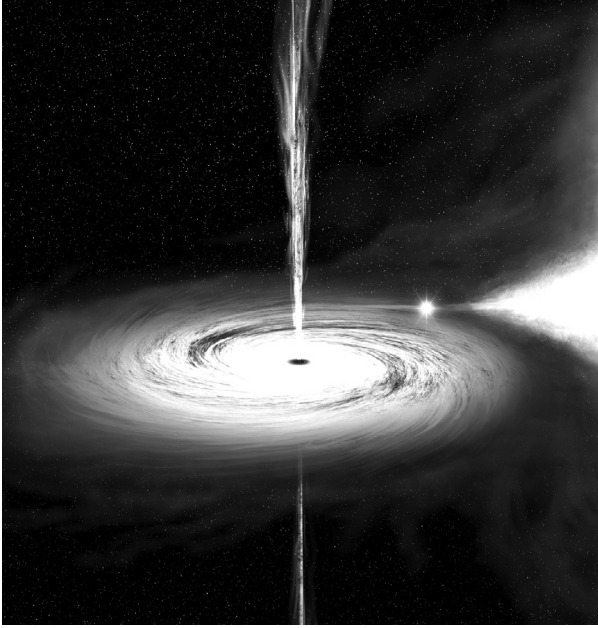


# கருந்துளைகள்

.....

ஐசக் அஸிமோவ்



தமிழில்

.....

சுதர்ஸன் சாத்தியப்பன்

## முன்னுரை

(ஐசக் அஸிமோவ் கதைகளும் பாங்கில் வல்லுநர். உலகில் உள்ள சிறந்த அறிவியல் புனைவு சார் எழுத்தாளர்களில் இவரும் ஒருவர். இளையோர் முதல் முதியோர் வரை உள்ள துறை நுட்பம் அறியாத வாசிப்பாளர்களும் அறியும் வண்ணம் அறிவியல் வளர்ச்சியின் வரலாற்றைப் பற்றி விவரிப்பதில் குறிப்பிடத்தக்கவர். இந்தக் கதைகளில் அறிவியல் கூற்றுக்கள் அடங்கியிருந்தாலும் அவைகள் அறிவியல் புனைவு கொண்டு படிக்கக்கூடியதாய் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

விண்ணில் கருந்துளைகள் அவைகள் என்றால் என்ன? அவைகள் எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கப்பட்டன? அவைகள் உண்மையிலேயே சாத்தியமா என்ற அச்ச உணர்வு இருக்கத்தான் செய்கிறது. நட்சத்திரங்கள் பற்றிய மாயைகளை எவ்வாறு தொலைநோக்கிகளின் உதவி கொண்டு விண்வெளி ஆராய்ச்சியாளர்கள் உடைத்தெரிந்தார்கள் என்பதை ஐசக் அஸிமோவ் படிப்படியாக விவரிக்கின்றார். மேலும் வெண் குறுமீன்கள் (வைட் டுவார்ஃப்ஸ்), துடிப்பு விண்மீன்கள் (புல்சர்ஸ்), கோளை விழுங்கும் சூரியன் அல்லது சிவப்பு பெருமீன் (ரெட் கெயண்ட்), மற்றும் கருந்துளைகள் பற்றிய கண்டுபிடிப்புகளையும் விவரிக்கின்றார்.)

## 1. வெண் குறுமீன்கள்

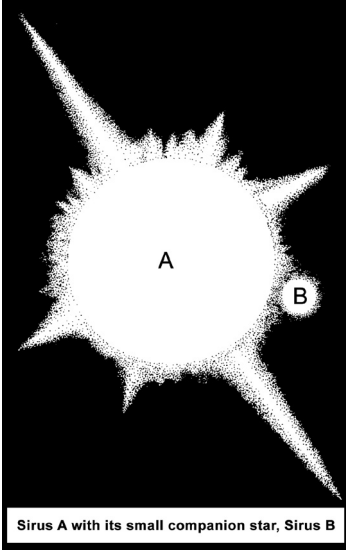
ஃபெரெட்ரிட்ச் வில்ஹெல்ம் பெஸ்ஸல் என்னும் ஜெர்மன் விண்ணியல் வல்லுநர் 1844-ஆம் ஆண்டு அவரால் பார்க்க முடியாத நட்சத்திரத்தை கண்டுபிடித்தார். இப்படித்தான் அந்தக் கண்டுபிடிப்பு நிகழ்ந்தது.

வானத்தில் நாம் காணும் நடத்திரங்கள் அனைத்தும் நகர்ந்துகொண்டே இருக்கின்றன. அவைகள் நம்மிடமிருந்து வெகு தொலைவில் இருப்பதினால் அவைகளின் நகர்வு உண்மையிலேயே மிகவும் மெதுவாக நடைபெறுகிறது. ஒரு தொலைநோக்கியைக் கொண்டு கவனமாக எடுக்கப்படும் அளவீடால் மட்டுமே அவைகளின் நுண்ணிய நகர்வுகளை அறியமுடியும்.

தொலைநோக்கிகளால் கூட எந்தப் பெரிய பயனும் இல்லை. அருகே உள்ள நட்சத்திரங்கள் மட்டுமே கண்கூடான இடமாறுதலை அறியச்செய்கின்றன. அதேவேளையில் ஒளிமங்களான நட்சத்திரங்கள் வெகு தொலைவில் உள்ளதினால் அவைகள் இடம் மாறினாலும் ஓரிடத்திலேயே இருப்பதை போன்று தோன்றுகின்றன.

நம் அருகிலுள்ள நட்சத்திரங்களில் சிரியஸ் என்னும் நட்சத்திரமும் ஒன்று. அது சுமார் 80 மில்லியன் மில்லியன் கிலோமீட்டர்கள் தொலைவில் உள்ளது. எனினும் அது தான் நம்மிடமிருந்து அருகில் இருக்கும் நட்சத்திரம். அது நம் அருகிலிருக்கும் காரணத்தினால் தான் ஓரளவுக்கு வெளிச்சமான நட்சத்திரமாக தெரிகிறது. அதனுடைய நிலைமாறுதலை தொலைநோக்கிக் கொண்டு சுலபமாக பார்க்கமுடிகிறது.

பெஸ்ஸல் அந்த அசைவை கவனமாக பயில விரும்பினார், ஏனெனில் பூமி சூரியனை சுற்றி வரும் காரணத்தினால் நாம் நட்சத்திரங்களை சுற்றறே வெவ்வேறு



கோணங்களில் தொடர்ந்து பார்த்துக்கொண்டிருக்கிறோம்.

ஒரு நட்சத்திரத்தின் நகர்வு நேர்க்கோட்டில் அல்லாமல் பூமியின் அசைவால் சற்றே நெளிவான கோட்டில் செல்வதை நாம் பார்க்கின்றோம். நட்சத்திரம் எவ்வளவு க்கெவ்வளவு அருகில் உள்ளதோ அவ்வளவு நெளிவான அசைவு பாதை உண்டாகிறது. இந்த நெளிவைக்கொண்டு ஒரு நட்சத்திரத்தின் தூரத்தை

கணக்கிட்டுவிடலாம். இந்த விஷயத்தில் பெஸ்ஸல் அதிக நாட்டம் கொண்டவராய் இருந்தார். உண்மையில் அவரே ஒரு நட்சத்திரத்தின் தூரத்தை கணக்கிட்ட முதல் வானியற்வல்லுநராவார். இந்த கண்டுபிடிப்பை 1838-ஆம் ஆண்டு நிகழ்த்தினார். அதன் பிறகு சிரியஸ்ஸின் நெளிவான ஓட்டத்தை அளப்பதில் ஆர்வம் கொண்டிருந்தார். தொடர்ந்து நீண்ட நேரத்திற்கு இரவு வேளைகளில் அவர் சிரியஸ்ஸின் இருப்பிடத்தை அளவிடும் பொழுது எதிர்பார்த்ததைவிட அதனுடைய அசைவில் அதிக நெளிவுகள் இருப்பதை கண்டறிந்தார். சூரியனை பூமி சுற்றி வரும் காரணத்தினால் அது தன் நிலையை மாற்றிக்கொண்டே இருந்தது. ஆனால் வேறொரு நிலை மாறுதலும் காணப்பட்டது, அது மிக மிக மெதுவாக இருந்தது. அதற்கும் பூமியின் சுழற்சிக்கும் சம்பந்தமில்லை.

பெஸ்ஸல் அந்த நகர்வை உற்றுநோக்கும் பொழுது பூமி சூரியனை வலம் வருவது போல சிரியஸ்ஸும் ஒரு சுற்றுப்பாதையில் ஏதோ ஒன்றை வலம் வருவதை

கண்டறிந்தார். சிரியஸ் அந்த சுற்றுப்பாதையை முடிக்க 50 ஆண்டுகள் ஆகும் என்பதை அவர் கண்டறிந்தார்.

ஆனால் சிரியஸ்ஸை அந்த சுற்றுப்பாதையில் செல்ல எது காரணியாக இருந்தது?

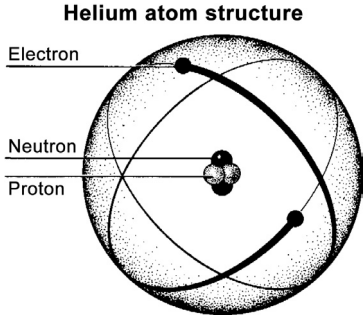
பூமி சூரியனை சுற்றிவர சூரியனின் சக்திவாய்ந்த ஈர்ப்புவிசை காரணமாக உள்ளது. அதுபோலவே சிரியஸ்ஸும் சக்திவாய்ந்த ஈர்ப்பு இழுவிசையின் ஆதிக்கத்தில் கண்டிப்பாக இருக்கவேண்டும்.

ஆனால் சிரியஸ்ஸோ ஒரு நட்சத்திரம். அது சூரியனைவிட இரண்டரை மடங்கு எடை கொண்டது. (இங்கு எடை என்பது திடமான நிறை திணிவை கொண்ட ஒரு பொருள்)

சிரியஸ் நகரும் விதத்தைப் பார்த்தால் அது ஒரு மிகப்பெரிய நட்சத்திரத்தின் ஈர்ப்புவிசையில் உள்ளதாய் நினைக்கத்தோன்றும். வேறு வகையில் கூறுவதென்றால் சிரியஸ்ஸும் அதன் கூட்டாளி நட்சத்திரமும் ஒன்றை ஒன்று சுற்றி வருவதாய் கொள்ளவேண்டும். நாம் இது முதல் சிரியஸ்ஸை சிரியஸ்-A என்றும் அதன் கூட்டாளி நட்சத்திரத்தை சிரியஸ்-B என்றும் அழைக்கலாம்.

சிரியஸ்-A நகரும் விதத்தைப் பார்த்தால் அதன் கூட்டாளி நட்சத்திரமான சிரியஸ்-B நம் சூரியனின் எடை கொண்டிருக்க வேண்டும்.

இருப்பினும் பெஸ்ஸலால் சிரியஸ்-B-யை காணமுடியவில்லை. அப்படி ஒன்று அங்கு இருந்தால் மட்டுமே ஈர்ப்புவிசை வருவதற்கு சாத்தியமாகும். பெஸ்ஸல் சிரியஸ்-B ஒரு எரிக்கசடாய் மாறியிருக்கும் என்று முடிவு செய்தார். இந்த நிலைப்பாட்டால் சிரியஸ்-B வானில் ஒளிரவில்லை என்றும், அதனாலேயே



கண்ணில் புலப்படாமல் இருக்கவேண்டும் என்ற முடிவுக்கு வந்த பெஸ்ஸல் அதை சிரியஸ் நட்சத்திரத்தின் கருப்புக் கூட்டாளி என்று அழைத்தார்.

பின்னர் ப்ரோசியான் என்ற நட்சத்திரத்தின் நகர்வை பார்த்து அதுவும் ஒரு கருப்புக் கூட்டாளியை கொண்டிருக்கவேண்டும் என்று தீர்மானித்து அதற்கு ப்ரோசியான்-B என்று பெயர் சூட்டினார்.

இவ்வாறாக பார்க்கமுடியாத இரு நட்சத்திரங்களை பெஸ்ஸல் கண்டறிந்தார்.

1862-ஆம் ஆண்டு ஆல்வன் கிரஹாம் கிளார்க் என்ற தொலைநோக்கி தயாரிக்கும் அமெரிக்கர், ஒரு புதிய தொலைநோக்கிக்கான ஒளி வில்லையை (லென்ஸ்ஸை) உருவாக்கினார். அவ்வகையான ஒளி வில்லையை குறைபாடின்றி பளபளபாக்குவதன் மூலம் நட்சத்திரங்களை அவைகளின் ஊடே துள்ளியமாக காண முடியும்.

ஒளி வில்லை உருவாக்கத்தை நிறைவு செய்த பின்னர் அதனுடே சிரியஸ் நட்சத்திரம் ஒரு சிறு புள்ளி போன்ற ஒளியுடன் தோற்றமளிக்குமா என்று பார்த்து பரிசோதித்தார்.

அவ்வாறு அவர் நோக்கும் போது, சிரியஸ்ஸின் அருகில் ஒரு மங்களான ஒளிச்சிதறலை கண்டு வியப்படைந்தார். அது ஒரு நட்சத்திரமாக இருக்குமாயின் தான் வைத்திருந்த நட்சத்திரங்களின் வரைபடங்களில் அதைப்பற்றி குறிப்பிடப்படாததைக் கண்டார். ஒருவேளை இது ஒளி வில்லையை பளபளபாக்கும் போது ஏற்பட்ட குறைபாட்டின் தோன்றலாய் இருக்கலாம் என்றெண்ணினார்.

எவ்வளவு முறை தன் ஒளி வில்லையை பளபளப்பாக்கினாலும் அந்த மங்கிய ஒளி சிதறலானது போகவில்லை, அதுபோன்றதொரு ஒளிச்சிதறலை மற்ற வெளிச்சமான நட்சத்திரங்களை பார்க்கும்பொழுது அவரால் காணமுடியவில்லை.

இறுதியாக, சிரியஸ்ஸின் கருப்பு கூட்டாளி அமைந்துள்ள இடத்தை நோக்கியே அந்த ஒளிச்சிதறல் அமைந்திருப்பதை கிளார்க் கவனித்தார். மொத்தத்தில் சிரியஸ்-B ஒரு முழுமையான எரிக்கசுடு நட்சத்திரமல்ல. ஆனால் சிரியஸ்-Aவின் ஒளியில் பத்தாயிரத்தில் ஒரு பங்கு கொண்டு அது ஒளிர்ந்து கொண்டிருந்தது.

1895-ஆம் ஆண்டு ஜெர்மன்-அமெரிக்க வானியற் வல்லுநரான ஜான் மார்ட்டின் ஷாபெர்லி ஒரு மங்களான ஒளி சிதறலை ப்ரோசியான் அருகில் இருப்பதை பார்த்தார். அது ப்ரோசியான்-B என்றழைக்கப்பட்டது. அதுவும் ஒரு உயிரற்ற நட்சத்திரம் அல்ல.

ஷாபெர்லி வாழ்ந்த காலகட்டத்தில், வானவியற் வல்லுநர்கள் நட்சத்திரங்களைப்பற்றி அதிகப்படியாகவே கற்றறிந்திருந்தனர்.

ஒளியானது வெவ்வேறு அளவிலான சிறிய அலைநீளத்தைக் கொண்டது. வானியற்வல்லுநர்கள் நட்சத்திரங்களின் ஒளியை வெவ்வேறு அலைநீளங்களாக பிரிக்கக் கற்றறிருந்து இருந்தனர். அந்த ஒளிப்பரவலை ஒளிக்கற்றை அல்லது நிறமாலை (ஸ்பெக்ட்ரம்) என்றழைத்தனர்.

1893-ஆம் ஆண்டு வில்ஹெல்ம் விய்யன் என்ற ஜெர்மன் அறிவியலாளர் ஒரு ஒளிமுதலின் வெப்ப மாற்றத்திற்கு ஏற்ப ஒளிக்கற்றை அல்லது நிறமாலை மாறுகிறது என்பதை வெளிக்கொணர்ந்தார். உதாரணத்திற்கு ஒரு

நட்சத்திரமானது தனது அந்திம காலத்தில் ஒளிச்சிமிட்டல் செய்யுமாயின், வெப்பம் குறையும் போது அது சிவப்பு நிறமாக மாறும். ஆகவே சிரியஸ்-B ஒரு ஆயுட்காலம் முடியும் நட்சத்திரமாயின் அது சிவப்பாக ஒளிர்ந்திருக்கும். ஆனால் அது அவ்வாறாக செயல்படவில்லை. சிரியஸ்-B வெள்ளை நிறத்தை கொண்டிருந்தது.

இதைப்பற்றி மேலும் புரிந்துகொள்ள சிரியஸ்-B-யின் நிறமாலையை கவனமுடன் படிக்கவேண்டியிருந்தது. சிரியஸ்-B மிகவும் மங்களாக தோற்றமளித்ததோடு அல்லாமல் மிகவும் பிரகாசமான சிரியஸ்-A-யின் அருகில் இருந்ததினால் அந்த சிறிய நட்சத்திரத்தின் ஒளியை நிறமாலையாக மாற்ற முடியவில்லை.

1915-ஆம் ஆண்டு அமெரிக்க வானவியற்வல்லுநரான வெயிட்டர் சிட்னி ஆடம்ஸ் சிரியஸ்-B-யின் நிறமாலையை ஒருவழியாகத் தீர்மானித்தார். சிரியஸ்-B-யின் தரை வெப்பம் 8,0000 C டிகிரி இருக்கும் என தீர்மானித்தார். இது நமது சூரியனின் தரைவெப்ப அளவான 6,0000 C டிகிரியை மிஞ்சியிருந்தது.

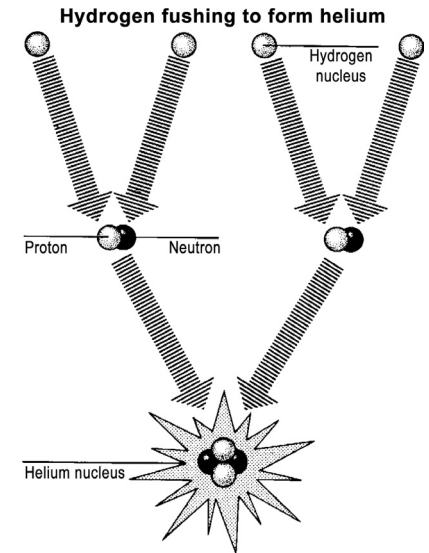
நம் சூரியன் போன்ற ஒரு நட்சத்திரம் சிரியஸ்-B இருந்த தூரத்தில் இருந்திருக்குமாயின் அது ஒரு பிரகாசமான நட்சத்திரமாக ஒளிர்ந்திருக்கும். சிரியஸ்-A அளவுக்கு இல்லாமல் ஓரளவுக்கு நெருங்கிய ஒளிர்தலை கொண்டிருந்திருக்கும். நம் சூரியனை விட சிரியஸ்-B வெப்பமானதாக இருக்கிறது, அது அவ்வளவு தொலைவில் இருக்கும் போது சூரியனைக்காட்டிலும் அதிக பிரகாசமானதாய் இருந்திருக்க வேண்டும். ஆனால் அது அவ்வாறாக ஒளிரவில்லை. அத்தகைய தூரத்தில் சிரியஸ்-B ஆனது நமது சூரியனின் பிரகாசத்தை விட 400-ல் ஒரு பங்கு மட்டுமே கொண்டிருந்தது.

இது எவ்வாறு சாத்தியம்?

சிரியஸ்-B-யின் தரைப்பகுதியானது பிரகாசமாயிருந்தாலும், அதனுடைய தரை அளவு மிகவும் சிறியதாக இருக்கவேண்டும். இதன் பொருள் சிரியஸ்-B ஒரு சிறிய நட்சத்திரமாகத்தான் இருக்கவேண்டும்.

இந்தளவு வெப்பத்தை கொண்டிருந்தாலும் சிரியஸ்-B மங்களான ஒளியை உமிழ அதனுடைய குறுக்களவு 11,000 கிலோமீட்டர் மட்டுமே கொண்டிருந்திருக்க வேண்டும். இந்த அளவானது ஒரு பெரிய கோளவைவிட பெரியதான அளவு அல்ல. நமது சூரியனின் அகலத்தில் சிரியஸ்-B-யின் அளவைப் போன்று 86 நட்சத்திரங்களை அடுக்கிவிடலாம். சிரியஸ்-B வெண்மையான வெப்பத்தை கொண்டிருப்பதாலும், அதனுடைய அளவு சிறியதாய் இருப்பதினாலும் சிரியஸ்-B-யை வெண்குறுமீன் என்றழைக்கின்றனர். ப்ரோசியான்-B-யும் ஒரு வெண்குறுமீனே.

இப்போதைய கருத்துப்படி வெண்குறுமீன்கள் எங்கும் வியாபித்திருக்கின்றன. ஒவ்வொரு 40 நட்சத்திரத்திற்கும் ஒரு வெண்குறுமீன் இருப்பதாய் வானியற்வல்லுநர்கள் நினைக்கின்றனர். வெண்குறுமீன்கள் மிகச்சிறிய உருவத்திலும், மங்களாகவும் இருப்பதினால் அவைகளில் நமக்கருகில் உள்ள சில வெண்குறுமீன்களையே நம்மால் காணமுடிகிறது.



சிரியஸ்-B மிகச்சிறியதாய் இருந்தாலும், அதனுடைய எடையானது நமது சூரியனின் எடையை ஒத்திருக்கிறது. இல்லையேல் அதனால் சிரியஸ்-A-யை வலம்வர இயலாது.

நாம் நம்முடைய சூரியனின் நிறை திடத்தை எடுத்துக்கொண்டு சிரியஸ்-B போன்ற அளவிற்கு குறிகியதாய் அடக்கம் செய்தோமேயானால் அதன் அடர்த்தி உண்மையிலேயே மிக மிக அதிகமாக இருக்கும். (ஒரு பொருளின் அடர்த்தியைக் கொண்டே அதனுள் எவ்வளவு நிறைபொருள் உள்ளது என்று கூறமுடியும்.)

ஒரு குய்பிக் சென்டிமீட்டர் அளவுள்ள சிரியஸ்-B-யின் நிறை பொருளை நம்முடைய பூமிக்கு கொண்டுவருவோமேயானால் அது 2,900,000 கிராம் எடை கொண்டிருந்திருக்கும். இதன் அர்த்தமாவது சிரியஸ்-B-யின் அடர்த்தி ஒரு குய்பிக் சென்டிமீட்டருக்கு 2,900,000 கிராம் ஆகும். ஆனால் நம்முடைய பூமியின் சராசரி அடர்த்தியானது ஒரு குய்பிக் சென்டிமீட்டருக்கு 5.5 கிராம் மட்டுமே. இதன்படி பார்த்தால் சிரியஸ்-ஐ கொண்டிருக்கும் திடப்பொருளானது பூமியில் காணப்படும் திடப்பொருளைவிடவும் 5,30,000 மடங்கு அடர்த்தியானது.

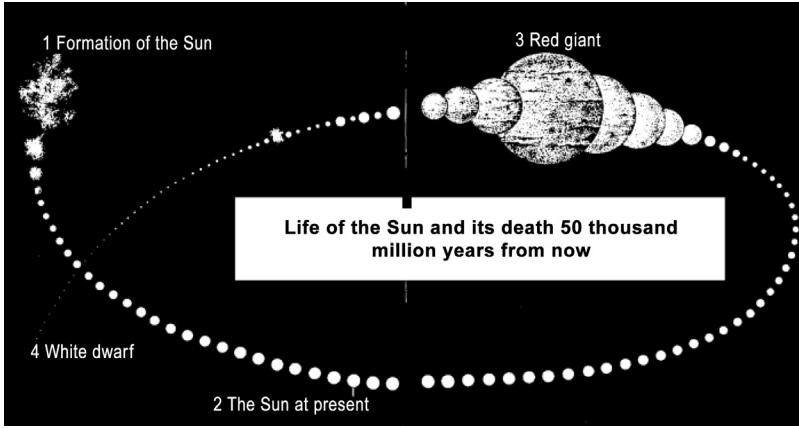
இந்த விஷயம் உண்மையிலேயே வியக்கதக்க ஒன்று. பூமியில் காணப்படும் திடப்பொருளானது அணுக்களால் ஆனது. அந்த அணுக்கள் ஒன்றையொன்று உராசிக்கொண்டிருக்கின்றன. 1800களில் அறிவியாளாளர்கள் கொண்ட கருத்து யாதெனில் அணுக்கள் ஒரு கடினமான மற்றும் திடமான பந்துகள் என்றும், அவைகளை மேற்கொண்டு அருகருகில் திணிக்கமுடியாது என்றும் எண்ணியிருந்தனர். அவ்வாறாயின் பூமியில் காணப்படும் பொருளின் அடர்த்தியே அண்டத்தின் மற்ற இடங்களிலும் இருக்கவேண்டும்.

ஆனால் 1911-ஆம் ஆண்டு எர்னஸ்ட் ரூதர்ஃபோர்டு என்ற நியூசிலாந்தில் பிறந்த அறிவியலாளர் அணுக்கள் கடினமான திடப்பொருட்கள் அல்ல என்று நிரூபித்தார். அணுவின் திடமான பகுதி அதன் மிகச்சிறிய அணுக்கரு (நியூக்ளியஸ்) ஆகும். 100,000 அணுக்கருக்களை பக்கவாட்டில் ஒன்றை ஒன்று தொடுமாறு அடுக்கினோமேயானால் அது ஒரு அணுவின் அகலத்தில் பொருந்தும். அந்த அளவிற்கு அணுக்கரு சிறியதானது. அவ்வளவு சிறியதாக இருந்தாலும் ஒரு அணுவின் மொத்த எடையையும் அணுக்கரு பெற்றிருக்கிறது.

ஒவ்வொரு அணுக்கருவை சுற்றிலும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்ப்பட்ட எடை குறைந்த எலெக்ட்ரான்கள் (எதிர்மின்னிகள்) இருக்கும். இந்த எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவை சுற்றி அடுக்குபோன்ற அமைப்பில் இருக்கும். இதையே எலெக்ட்ரான் ஷெல்கள் அல்லது எலெக்ட்ரான் அடுக்குகள் என்றழைக்கின்றோம்.

இரு அணுக்கள் ஒன்றையொன்று சந்திக்கும் போது ஒன்றின் வெளிப்புற எலெக்ட்ரான் அடுக்கு மற்றொன்றின் எலெக்ட்ரான் அடுக்கோடு தொடர்பை ஏற்படுத்துகிறது. எலெக்ட்ரான் அடுக்குகள் அணுக்களை மேலும் அருகருகில் வராதவாறு பாதுகாப்பு அரணாக திகழ்கின்றன. நம் பூமியின் ஈர்ப்பு விசையானது இந்த எலெக்ட்ரான் அடுக்கு அரண்களை தகர்க்கும் அளவுக்கு சக்திவாய்ந்தது அல்ல. இன்னும் சொல்லப்போனால் பூமியின் மையத்தில் உள்ள அணுக்களின் எலெக்ட்ரான் அடுக்குகள் அதன் மீது அழுத்திக்கொண்டிருக்கும் பல ஆயிரம் கிலோமீட்டர்கள் கொண்ட பாறைகளாலும் உலோகங்களாலும் கூட தகர்க்கப்படுவதில்லை.

இந்த அடுக்குகளின் பிணைப்பு செயலானது நம் சூரியனைப்போன்று இருக்கும் ஒரு நட்சத்திரத்தில்



வேறுபட்டிருக்கும். அதற்கு அந்த நட்சத்திரங்கள் பூமியைக்காட்டிலும் நூறாயிரம் மடங்கு எடைக்கொண்டிருப்பது மற்றும் அவற்றின் ஈர்ப்புவிசையானது மிகவும் சக்திவாய்ந்ததாய் இருப்பது போன்ற காரணத்தினால் தான். ஒரு நட்சத்திரத்தின் மையப்பகுதியில் உள்ள அணுக்கள் தகர்க்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான் அடுக்குகளை கொண்டிருக்கும். இவ்வாறான அமைப்பில் எலெக்ட்ரான்கள் பிடிமானம் இன்றி அணுக்கருக்களை சுற்றிச் செல்லாமல் நகரும். இதன் விளைவாய் அணுக்கருக்களும் சுதந்திரமாக நகரும். அவைகள் ஒன்றோடு ஒன்று மோதி ஒட்டிக்கொள்ளும். இதனால் ஏற்படும் மாற்றமானது ஆற்றலை உருவாக்கும். ஒரு நட்சத்திரத்தின் மையப்பகுதியில் பல மில்லியன் டிகிரிகள் வெப்பம் அதிகரிக்கும் அளவுக்கு ஆற்றல் உருவாகும். இந்த ஆற்றலின் ஒரு பகுதியானது நட்சத்திரத்தின் மேற்பரப்பின் எல்லாத் திசைகளிலும் வெளியேறும். இந்த நிகழ்வே நட்சத்திரங்கள் பிரகாசிக்க காரணமாய் இருக்கின்றது. இவ்வாறு உருவாகும் வெப்பம் அந்த நட்சத்திரத்தை தொடர்ந்து விரிவடையச்செய்து, அதன் மையப்பகுதியில் உள்ள அணுக்களை மட்டும் ஒன்றோடு ஒன்று மோதி நொறுக்கும்.

ஒரு நட்சத்திரத்தின் மையப்பகுதியில் உருவாகும் ஆற்றலானது பல ஹைட்ரஜன் (மிகச்சிறியவைகளான) அணுக்கருக்கள், ஹிலியம் (அதற்கடுத்த சிறிய அளவிலான) அணுக்கருக்களாக மாற்றம் பெறும்போது உண்டாகிறது. நட்சத்திரத்தில் நடக்கும் இந்த மாற்றமானது இறுதியில் எல்லா ஹைட்ரஜன்களையும் உபயோகப்படுத்திவிடுகிறது. ஆனால் இந்தத் தருணம் வந்ததும் நட்சத்திரத்தின் மையப்பகுதி அதிவெப்பமாக ஆகி, இந்தக் கூடுதல் உஷ்ணத்தால் அந்த நட்சத்திரத்தின் அளவை விரிவடையச் செய்து மிகப்பெரிய நட்சத்திரமாக மாற்றிவிடுகிறது. இந்த நிகழ்வினால் நட்சத்திரத்தின் மேற்பரப்பு குளிரடைய ஆரம்பித்து, சிவப்பு நிறமாக மாறுகிறது. இதன் காரணமாகவே அவ்வகையான நட்சத்திரத்தை சிவப்பு அரக்கன் அல்லது சிவப்பு பெருமீன் என்றழைக்கின்றனர்.

\*\*\*

ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் முழுவதுமாக தீர்ந்தபின் நட்சத்திர மையத்திலிருந்து நெருப்பானது மெல்லிய மேலடுக்கு வழியாக சென்றடைகிறது. இதற்கு பின் வாயுவாக மாறி இறுதியில் காணாமல் போய்விடுகிறது. இப்பொழுது நட்சத்திரத்தின் உள்ளடுக்குகளில் போதிய அளவு ஆற்றல் இல்லாததினால் வெப்பத்தை தக்கவைக்க முடிவதில்லை. ஈர்ப்புவிசையானது இந்த உள்ளடுக்குகளை உள் நோக்கி வேகமாக இழுக்கின்றது. இதன் காரணமாய் நட்சத்திரங்கள் அதிவேகமாக சுருங்கி அதன் மேற்கொண்டு ஈர்ப்புவிசையின் அழுத்தமானது எலெக்ட்ரான் அடுக்குகளை தகர்த்து, ஒரு சாதாரண நட்சத்திரத்தில் இருப்பதைக் காட்டிலும் எல்லா அணுக்கருக்களையும் மிக நெருக்கமாக கொண்டு வருகிறது.

இதனால் அந்த நட்சத்திரத்தின் நிறை பொருளானது ஒரு சிறிய கொள்ளளவில் அடைக்கப்படுகிறது. இந்த நிலையில் தான் வெண்குறுமீனாக மாறுகிறது.



நம் சூரியனை பொருத்தவரை இந்த நிகழ்வு அடுத்த 5 ஆயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு நடைபெறாது. எனினும் இது சில நட்சத்திரங்களில் உள்ள ஹைட்ரஜன் எரிபொருள் தீர்ந்த காரணத்தினால் ஏற்கெனவே நடைபெற்றுவிட்டது. சிரியஸ்-B மற்றும் ப்ரோசியா-B ஆகியன இந்தவரிசை நட்சத்திரங்களுக்கு ஒரு உதாரணமாய் இருக்கின்றன.

## 2. எல்லைகள் மற்றும் வெடிப்புகள்

நாம் ஒரு நட்சத்திரத்தின் வெளியிலிருந்து அதன் மையப்பகுதிக்கு செல்லச்செல்ல அதனின் ஈர்ப்புவிசை அதிகரிக்கும்.

நாம் நமது சூரியனின் மேற்பரப்பில் நின்று கொண்டிருக்கிறோம் என்று வைத்துக்கொள்வோம். அந்த நிலையில் உணரப்படும் ஈர்ப்புவிசையானது நமது பூமியைக் காட்டிலும் 28 மடங்கு அதிகமானது. ஒருவேளை சூரியனின் நிறைபொருள் சுருங்க ஆரம்பிக்குமேயானால் மேற்பரப்பில் நிற்கும் நாம் சூரியனின் மையப்பகுதியை நெருங்குவோம். இதன் காரணமாய் நம்மீது ஏற்படும் ஈர்ப்புவிசையானது அதிகரிக்கும்.

நீங்கள் சூரியனின் மேற்பரப்பில் இருக்கும் பட்சத்தில் அதன் மையப்பகுதியிலிருந்து 695,200 கிலோமீட்டர்கள் தொலைவில் இருப்பீர்கள். சூரியனின் அதே அளவுள்ள நிறைபொருள் கொண்ட சிரியஸ்-B-யின் மீது இருந்தீர்களேயானால் அதன் மையப்பகுதியானது மேற்பரப்பிலிருந்து வெறும் 24,000 கிலோமீட்டர்கள்தான். இப்படி வைத்துக்கொண்டால், சிரியஸ்-B-யின் மேற்பரப்பில் நிற்கும் பட்சத்தில் நீங்கள் உணரும் ஈர்ப்புவிசையானது சூரியனைக்காட்டிலும் 840 மடங்கு உயர்ந்தது, மேலும் நீங்கள் பூமிக்கு திரும்பி வரும் பட்சத்தில் இது 23,500 அதிகமாகத் தோன்றும்.

இந்த நிலைப்பாட்டினை நாம் எவ்வாறு பரிசோதிப்பது? சிரியஸ்-B உண்மையிலேயே அதிகப்படியான புவிஈர்ப்புவிசை கொண்டிருக்கின்றது என்பதை நம்மால் சொல்ல முடியுமா?

★★★

1915-ஆம் ஆண்டில் ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீன் என்ற ஜெர்மன்-சுவிஸ் அறிவியலாளர் ஈர்ப்புவிசைப் பற்றிய புதிய கோட்பாட்டை வகுத்தார். அவரின் அறிவியல் கோட்பாட்டின்படி, ஈர்ப்புவிசையை எதிர்கொண்டு வெளியேறும் ஒளியின் அனைத்து அலைநீளமானது (அலை இடைவெளி) சற்று அதிகரிக்கிறது.

அலைநீளமானது ஈர்ப்புவிசையின் தாக்கம் உயர உயர அதிகரிக்கின்றது. சிவப்பு நிற ஒளியில் மட்டுமே நாம் காணும் மிக நீண்ட அலை தோன்றுகிறது. இதன் பொருளாவது ஒளியின் அலைகள் நீண்டதாகும் போது அதனின் நிறம் மேலும் சிவப்பாகிறது. அஃதாவது நிறமாலையின் சிவப்பு பட்டைப் பகுதிக்கு நகர்கிறது (சிவப்புப் பெயர்ச்சி). இதையே ஐன்ஸ்டீன் ஈர்ப்புவிசை சார்ந்த சிவப்புப் (நிறமாலை) பெயர்ச்சி என்று கணித்தார்,

பூமியைவிட சூரியனின் ஈர்ப்புவிசை மிக அதிகமானதாக இருந்தாலும் ஒரு சிறிய அளவு சிவப்பு அலைப்பெயர்ச்சி-யினைக் கூட உருவாக்கும் அளவுக்கு போதுமானதாக இல்லை. அப்படியே இருந்தாலும் அந்த சிவப்புப் பெயர்ச்சியை துல்லியமாக அளக்க முடியவில்லை. ஆனால், மிக அதிகப்படியான ஈர்ப்புவிசையை கொண்டிருக்கும் சிரியஸ்-B-யில் நிகழ்வது என்ன?

சிரியஸ்-B-யின் நிறமாலையை கண்டறிந்த ஆடம்ஸ் 1925-ஆம் ஆண்டு மேற்கொண்டு இந்த செயல் பற்றி ஆராயும் போது ஐன்ஸ்டீன் சித்தாந்தக் கணிப்புப்படி தோன்றும் சிவப்புப் பெயர்ச்சியை அறிந்தார். இதனால் சிரியஸ்-B-யில் அளவற்ற ஈர்ப்பு மண்டலம் உள்ளது என்பது புலனாகிறது.

இதுவே சிரியஸ்-B ஒரு சிறிய மற்றும் அதிஅடர்வான நட்சத்திரம் என்பதற்கான இறுதி சான்றாகிறது. உண்மையில் இப்படித்தான் சிரியஸ்-நி இருக்குமாயின், இதைப் போலத்தான் எல்லா குறுமீன்களும் இருக்கவேண்டும். நீண்ட நெடிய எதிர்காலத்தில் நமது சூரியனும் அவ்வாறாகவே தோன்றும்.

ஆனால் ஒரு நட்சத்திரத்தின் சிதைவு அதிகரிக்கும் ஈர்ப்புவிசை காரணமாக தொடரும் போது, எது மேற்கொண்டு அந்த சிதைவுச் செயலை தடுத்து அதை ஒரு வெண் குறுமீனாக மாற்றுகிறது? ஏன் அந்த நட்சத்திரம் முழுவதுமாக சிதைவதில்லை? அணுக்கள் சிதைவுற்று, எலெக்ட்ரான் அடுக்குகள் தகர்க்கப்பட்டபின்பும், எலெக்ட்ரான்கள் மட்டும் மிஞ்சியிருக்கின்றன. அவைகள் அணுக்கருமையங்களைக் காட்டிலும் அதிகப்படியான இடத்தை ஆக்கிரமிக்கின்றன. அவைகளே வெண்குறுமீன்கள் மேலும் சுருங்குவதிலிருந்து காக்கின்றன.

ஒரு நட்சத்திரம் எவ்வளவு நிறை பொருளைக் கொண்டிருக்குமோ அந்தளவிற்கு ஈர்ப்புவிசையானது அதிகமாக இருந்து, அதே அளவுகொண்ட விசையால் வலிய அதன் உருப்பொருட்களைப் பிணைத்து வைக்கின்றது.

சிரியஸ்-B-யைக்காட்டிலும் பெரிய நிறைபொருளைக் கொண்ட ஒரு வெண்குறுமீன், தன்னைத்தானே அதிகப்படியாக அழுத்திக்கொண்டு சிரியஸ்-B-யை விட சிறியதாய் தோன்றும்.

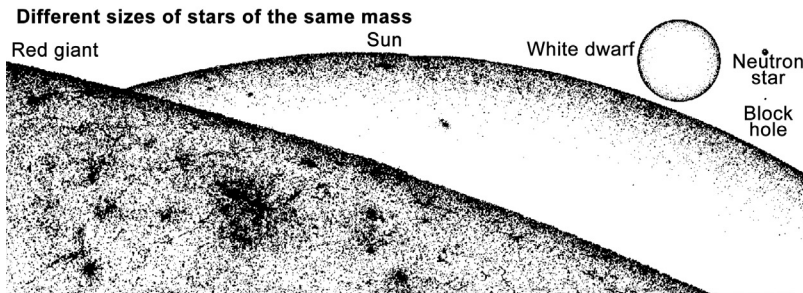
ஒரு வெண்குறுமீன் அதிக எடைப்பொருளைக் கொண்டிருந்தால் என்ன நடக்கும்?

சுப்பிரமணியன் சந்திரசேகர் என்ற இந்திய-அமெரிக்க வானவியற்றவல்லுநர் 1931-ஆம் ஆண்டு இந்தக் கேள்வியை ஆராய்ந்தார். ஒரு வெண்குறுமீனின் நிறைபொருள் குறிப்பிட்ட அளவு அதிகமாக இருப்பின் அதனுடைய எலெக்ட்ரான்களால் ஏற்படும் தடைகளையும் மீறி மேற்கொண்டு சிதைவை ஏற்படுத்தும் என்பதை அவரால் விவரிக்கமுடிந்தது.

ஒரு வெண்குறுமீன் மேற்கொண்டு சிதையவேண்டுமானால் அதன் நிறைபொருள் எவ்வளவு இருக்கவேண்டும் என்பதை சந்திரசேகர் கணக்கிட்டார். அந்தளவானது நம் சூரியனின் எடையைக்காட்டிலும் 14 மடங்கு அதிகமாக இருக்கவேண்டும். இதுவே சந்திரசேகரின் எல்லை என்றழைக்கப்படுகின்றது. இதுவரையில் வானவியற்றவல்லுநர்கள் பார்த்து படித்த வெண்குறுமீன்களின் நிறைபொருட்கள் சந்திரசேகர் எல்லையைக் காட்டிலும் குறைவாகவே இருந்தன.

இந்தக் கண்டுபிடிப்பானது ஒரு சங்கடத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

நம் சூரியனைக்காட்டிலும் 1 முதல் 4 மடங்கு நிறைபொருளை குறைவாகக் கொண்ட நட்சத்திரங்கள் உருவாகுமெனில், சம்பந்தப்பட்ட அனைத்தையும்



விவரிப்பது எளிமையாகிவிடும். அந்த அனைத்து நட்சத்திரங்களும் நம் சூரியனைப்போல ஒருநாள் வெண்குறுமீன்களாக மாறிவிடும். பிரச்சனை என்னவெனில் நம் சூரியனைக்காட்டிலும் அதிக நிறைபொருளைக் கொண்ட நட்சத்திரங்கள் சில இருப்பது தான். வானத்தில் காணும் நட்சத்திரங்களில் 2 முதல் 5 சதவீதம் வரை உள்ளவை நம் சூரியனைக் காட்டிலும் ஒன்றிலிருந்து நான்கு மடங்கு அதிக நிறைபொருளைக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்த எண்ணிக்கை அந்தளவு அதிகம் என்று தோன்றவில்லை என்றாலும் கூட, ஒட்டுமொத்த எண்ணிக்கையில் அவ்வகை நட்சத்திரங்கள் அதிகப்படியாக உள்ளதால் அவற்றில் இரண்டு முதல் ஐந்து வரை உள்ள சதவீதம் ஒரு பெரிய எண்ணிக்கையாகவே உள்ளது.

அண்டத்தில் உள்ள நட்சத்திரங்களை ஒரு பெரிய குழுக்களாக திரட்டப்பட்டு அதை விண்மீன் மண்டலம் என்றழைக்கின்றோம். நம்முடைய விண்மீன் மண்டலமானது 120 ஆயிரம் மில்லியன் நட்சத்திரங்களைக் கொண்டதாகும். இதன் அர்த்தமாவது நமது பால்வெளியில் மட்டும் 3 ஆயிரம் மில்லியன் நட்சத்திரங்கள் சந்திரசேகர் எல்லையைத் தாண்டிய எடையைக் கொண்டு இருக்கின்றன. ஒரு சில நமது சூரியனைவிட 60 அல்லது 70 மடங்கு நிறைபொருளைக் கொண்டிருக்கின்றன.

\*\*\*

அவைகளுக்கு என்ன நடக்கும்?

மிகப்பெரிய நட்சத்திரங்களைப் பற்றி நம் அறிவியலாளர்கள் கற்றறியும்போது, ஒரு நட்சத்திரம் எவ்வளவு பெரியதாக உள்ளதோ, அந்தளவு அதனின் வாழ்நாள் குறைவானதாகவும் போராட்டம் நிறைந்ததாகவும் உள்ளது.

எவ்வளவு அதிகமான நிறைபொருளை ஒரு நட்சத்திரம் பெற்றிருக்கிறதோ அந்தளவிற்கு அதன் ஈர்ப்புவிசை அதனை இருக்கமாக ஒன்றினைப்பதோடு, அது சிதையாமல் இருக்க வெப்ப மிகுதியுடனும் உள்ளது. வெப்பத்தின் அளவு அதிகரிக்கும் போது, ஹைட்ரஜன் எரிபொருளை வெகுவிரைவாக பயன்படுத்துகிறது. இந்த காரணத்தினால் தான் நிறைபொருளின் அளவு அதிகமுள்ள ஒரு நட்சத்திரத்தின் வாழ்நாள் அதைவிட குறைந்த அளவுள்ள நட்சத்திரத்தின் வாழ்நாளைவிட குறைவானது.

இந்தக் கணக்குபடி பார்த்தால் சூரியனைப் போன்றதொரு பெரிய நட்சத்திரம் தன்னுடைய எரிபொருளை தீர்க்க 10 ஆயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகள் எடுத்துக்கொள்ளும். இதுவே சூரியனைக்காட்டிலும் மூன்று மடங்கு பெரியதாய் உள்ள ஒரு நட்சத்திரம் 500 மில்லியன் ஆண்டுகளிலேயே தன் எரிபொருளை தீர்த்துவிடும். இந்த ஒரு கோட்பாடுதான் ஏன் மிகச்சில பெரிய நட்சத்திரங்கள் மட்டுமே உள்ளன என்பதற்கு காரணம். அவைகள் நீண்ட நாள் வாழ்வதில்லை.

தவிர, எவ்வளவு பெரியதாக ஒரு நட்சத்திரம் உள்ளதோ அதைக்காட்டிலும் அதிகளவு விரிவடைந்து சிவப்பு பெருமீனாய் மாறி, தன் எரிபொருள் தீர்ந்த மாத்திரத்தில் சிதைவுருகிறது. அவ்வாறு ஒரு நட்சத்திரம் வேகமாக சிதையும்போது அதன் நிறைபொருளுக்கேற்ப மிக சத்தமாக வெடிக்கின்றது. இந்த வெடிக்கும் தருணத்தில் தன் மேல் அடுக்கில் மீதமுள்ள ஹைட்ரஜன் எரிபொருளை முழுவதுமாக பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. இந்த செயலானது அதிவிரைவாக நடைபெற்று, அந்த நட்சத்திரம் தான் முன்னர் ஒளிர்ந்த அளவைவிட 100 ஆயிரம் மில்லியன் மடங்கு பிரகாசிக்கிறது. இந்த செயல் ஒரு சில வாரங்களுக்கு தொடர்கிறது.

சிலநேரங்களில் தொலைநோக்கியால் கூட பார்க்க முடியாத அளவு மங்களான ஒரு நட்சத்திரம் திடீரென்று வெறும் கண்ணால் பார்க்கும் வண்ணம் அதிக பிரகாசமாக தெரிகிறது. தொலைநோக்கியை கண்டுபிடிப்பதற்கு முன்னர் இந்த நிகழ்வானது வானவியற்வல்லுநர்களுக்கு வானத்தில் ஒரு புதிய நட்சத்திரம் தோன்றியது போன்றே தெரிந்தது. இதனாலேயே இந்த வகை நட்சத்திரத்தை நோவா என்றழைக்கின்றனர். இலத்தீனத்தில் நோவா என்றால் புதியது என்ற பொருள்படும்.

சில நோவாக்கள் மிகப்பிரகாசமாக ஆவதில்லை, மாறாக மற்ற நட்சத்திரத்தின் திடப்பொருள் அதன்மீது விழுவதினால் ஒளிர்கிறது. நன்கு பிரகாசமான நோவாக்கள் நிறைபொருள் அதிகமுள்ள நட்சத்திரத்திங்களின் வெடிப்புகளினாலேயே வெளிப்படுகிறது. இவ்வாறான நோவாக்களை சூப்பர்நோவாக்கள் என்றழைக்கின்றோம்.

சந்திரசேகரின் எல்லைக் கோட்பாட்டினை விளக்கக் கடினமாக இருந்த நிலை தற்போது இந்த மாற்றங்களின் வாயிலாக விவரிக்க வழிபிறந்தது போல் இருந்தது. ஒரு நட்சத்திரம் சூப்பர்நோவாவாக மாறும்போது அதனுடைய அதிகப்படியான திடப்பொருளை விண்வெளியில் எறிகிறது. மீதமுள்ள ஒரு சிறிய பகுதி மட்டுமே ஒட்டிக்கொண்டு, பின்னர் சிதைவடைகிறது.

இவ்வாறு ஒரு பெரிய நட்சத்திரம் வெடிக்கும்போது அதிகப்படியான திடப்பொருளை விண்வெளியில் எறிந்து, அதன் மீதமுள்ள சிதைவுறும் பகுதி எப்பொழுதும் சந்திரசேகரின் எல்லை அளவைக் காட்டிலும் குறைவானதாகவே உள்ளது.

தொடக்கத்தில் எவ்வளவு பெரிய நிறைபொருளைக் கொண்ட நட்சத்திரங்களாக இருந்தாலும் இந்த வெடிப்புச் செயலால், அவைகள் அனைத்தும் கடைசியில் மிகச் சிறியதான வெண்குறுமீன்களாய் மாறிவிடுகின்றன.

### 3. பல்சார்ஸ் மற்றும் நியூட்ரான் நட்சத்திரங்கள்

(துடிப்பு விண்மீன் மற்றும் நியூட்ரான் நட்சத்திரமீன்)

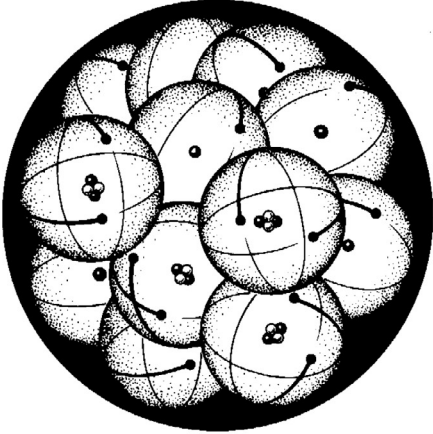
எல்லா வானவியற்றவல்லுநர்களும் சூப்பர்நோவாக்கள் ஒன்றே சந்திரசேகரின் எல்லை கோட்பாட்டை கடினமின்றி விளக்க ஒரு வழி என்ற முடிவுக்கு வரவில்லை.

ஒருசிலர் ஒரு பெரிய நட்சத்திரம் வெடிக்கும் போது என்னதான் நடக்குமென தொடர்ந்து சிந்தித்தவண்ணம் இருந்தனர். ஏனெனில் அவ்வளவு பெரிய நட்சத்திரத்தின் ஒரு பகுதி நிறைபொருள் மட்டுமே விண்ணில் எறியப்பட்ட பிறகும், சந்திரசேகரின் எல்லை அளவைவிட குறைந்ததாய் மாறுவதில்லை. ஒரு சூப்பர்நோவா வெடிப்பிற்கு பின்னர் 90 சதவீதத்திற்கு மேற்பட்ட நிறைபொருளை அது இழந்திருக்க வாய்ப்பில்லை என்று நினைத்திருந்தனர். இது உண்மையானால் நம் சூரியனைவிட 15 மடங்கு பெரியதான ஒரு நட்சத்திரம் வெடிக்கும்போது சந்திரசேகரின் எல்லைக்கு அதிகமான நிறைபொருளைக் கொண்டு சிதைவுறும் நிலையை அடையும்.

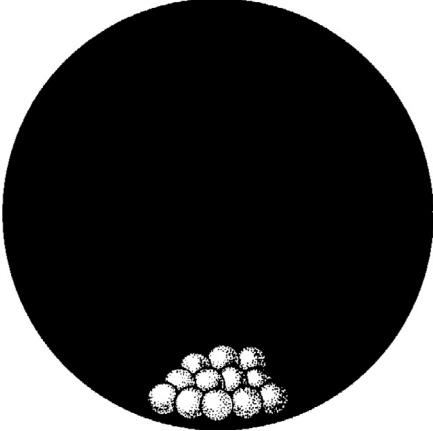
தவிர, மிகப்பெரிய நட்சத்திரங்களில் அதிவிரைவாக வெடித்து வெளியேறும் பகுதியானது சந்திரசேகரின் எல்லை அளவைக்காட்டிலும் குறைவானதாகவே இருக்கமுடியும், அந்த நிகழ்வுக்கு பின் அநநட்சத்திரம் ஒட்டுமொத்தமாக அழுத்தப்படும் போது அதிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் சிதறக்கூடும். அதன் பிறகு என்ன நடந்திருக்கும்?

1934-ஆம் ஆண்டு ஃபிரிட்ஸ் ஸ்விக்கி என்ற சுவிஸ்-அமெரிக்க வானவியற்றவல்லுநர் மற்றும் ஜெர்மன்-அமெரிக்க வானவியற்றவல்லுநர் வால்டர் பாடே ஆகியோர்

இந்தக் கேள்விக்கு விடை தெரிய முனைந்தனர். அவர்களின் முடிவுப்படி அணுவின் கருமையம் புரோட்டான் மற்றும் நியூட்ரான் ஆகிய மூலப்பொருட்களால் ஆனது. ஒவ்வொரு புரோட்டானுக்கு மின்னுட்டம் (எலெக்டிரிக் சார்ஜ்) இருந்தது அதேநேரத்தில் ஒவ்வொரு நியூட்ரான்களும் எந்த மின்னுட்டமும் கொண்டிருக்கவில்லை. இந்த ஒரு வேறுபாட்டைத்தவிர மற்ற அனைத்து பண்புகளும் இரு மூலப்பொருட்களுக்கு ஒரேமாதிரியாகவே இருந்தன.



Collapse of atoms



சாதாரண அணுக்களில் அணுக்கருவிற்கு வெளியில் எ ல க் ட் ர ன் க ள் அமைந்திருக்கும். ஒரு வெ ண் கு று மீ னி ன் தகர்க்கப்பட்ட அணுக்கள் கூட மின்னுட்டத்தைக் கொண்டிருந்தது. எ ல க் ட் ர ன் மீ து இருக்கும் மின்னுட்டின் அளவானது புரோட்டான் மீதிருந்த மின்னுட்டின் அளவை ஒத்திருந்தது. ஆனால் அந்த இரண்டும் மின்னுட்டங்களும் நேர் எதிரான வகையை சேர்ந்தவைகள். புரோட்டான் மீதிருந்த மின்னுட்டம் நேர்மின் என்றும், எலெக்ட்ரான் மீதிருந்த மின்னுட்டம் எதிர்மின் என்றும்

அழைக்கப்பட்டது. ஒரு எலெக்ட்ரான் மற்றும் ஒரு புரோட்டான் பலவந்தமாக ஒன்றிணைக்கப்படும்போது, இந்த இரு எதிர் மின்னுட்டங்கள் ஒன்றை ஒன்று சமன் செய்துவிடுகிறது. கடைசியில் மிச்சம் உள்ளது எந்த ஒட்டமும் இல்லாத நியூட்ரான் மட்டுமே. ஸ்விக்கி மற்றும் பாடே ஆகிய இருவரும் என்ன நினைத்தார்கள் எனில் சந்திரசேகரின் எல்லையைக்காட்டிலும் பெரியதான நிறைபொருளைக்கொண்ட ஒரு நட்சத்திரம் சிதைவுறும்போது அல்லது சிதைவுறும் செயல் அதிவிரைவாக நடக்கும்போது அனைத்து எலெக்ட்ரான்களும் அணுக்கருவினுள் வலுக்கட்டாயமாக திணிக்கப்படுகின்றன. இதனால் அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான்கள் நியூட்ரான்களாக மாறிவிடுகின்றன. இந்த செயலால் சிதைவுறும் நட்சத்திரம் நியூட்ரான்களை மட்டுமே கொண்டிருக்கும். எல்லா எலெக்ட்ரான்களும் போன பின்னர், நியூட்ரான்களை மேலும் அருகருகே கொண்டுவருவதற்கு எந்த விஷயமும் இல்லை. இவ்வாறான சிதைவுறும் நிறைபொருள் ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரமாக மாறுகிறது. அணுக்களைவிடவும் நியூட்ரான்கள் சிறியவையாக உள்ளதால் ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரம் மிகச் சிறியதாகவே தோன்றும். ஒரு உதாரணத்திற்கு 1,390,400 கிலோமீட்டர் விட்டம் கொண்ட வெப்ப வாயுவினால் ஆன ஒரு பெரும்பந்து போன்ற நமது சூரியனை எடுத்துக்கொண்டால், அதனின் அனைத்து எலெக்ட்ரான்கள் மற்றும் புரோட்டான்கள் நியூட்ரான்களாக மாறுமாயின், தன் அனைத்து நியூட்ரான்கள் ஒன்றையொன்று தொடும்வரை சுருங்கி, வெறும் 6 கிலோமீட்டர் குறுக்களவு கூட இல்லாத ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரமாக மாறிவிடும். ஆனால் அந்த நிலையிலும் அது சூரியனின் முந்தைய நிறைபொருள் எடையையே கொண்டிருக்கும்.

ஸ்விக்கி மற்றும் பாடேவுக்கு தோன்றியது யாதெனில் வெண்குறுமீன்களானது சூப்பர்நோவாக்கள் போன்றல்லாமல் மிகவும் சிறிய நட்சத்திரங்களில் இருந்து மட்டுமே உருவாகும் என்பதே அது. பெரிய அளவிலான நட்சத்திரங்கள் மட்டுமே சூப்பர்நோவா நிலைக்கு வந்து பின்னர் நியூட்ரான் நட்சத்திரங்களாக சிதைவுறும் (நமது சூரியன் வெடிக்கும் அளவுக்கு மிகப்பெரியது அல்ல. ஒருநாள் அது ஒரு வெண்குறுமீனாய் சிதைவுறும், ஆனால் நியூட்ரான் நட்சத்திரமாக சிதைவுறாது.)

ஆனால் மிகச்சில கிலோமீட்டர்கள் குறுக்களவு மட்டுமே கொண்ட நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தை வைத்து நாம் எவ்வாறு ஸ்விக்கி மற்றும் பாடேவின் கோட்பாட்டினை சரிபார்க்க முடியும்? மில்லியன் மில்லியன் கிலோமீட்டர்கள் தொலைவில் வெகு சில கிலோமீட்டர்கள் குறுக்களவு கொண்ட ஒரு சிறிய பந்து போன்ற நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தை தலைசிறந்த தொலைநோக்கியின் மூலமாகக்கூட நமக்கு கண்டிப்பாக தெரியவராது.

ஒருவேளை நமக்கு வேறு ஒரு உபாயம் இருக்கலாம். அஃதாவது ஒரு பெரும் நட்சத்திரம் நியூட்ரான் நட்சத்திரமாக சிதைவுறும்போது, அந்த மாற்றத்தினால் ஏற்படும் ஆற்றல் வெப்பமாக உருமாறுகிறது. அந்த நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தின் மேற்பரப்பில் உள்ள வெப்பம் நம் சூரியனின் மையப்பகுதியில் உள்ள வெப்பத்தைப்போன்று 10 மில்லியன் டிகிரிகள் கொண்டதாய் இருக்கும்.

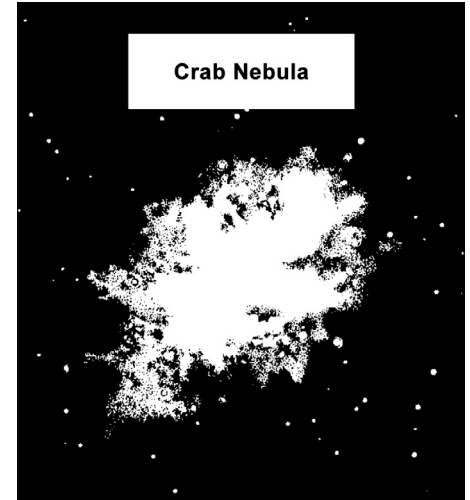
இந்த மாதிரியான மேற்பரப்பை கொண்டுள்ள நியூட்ரான் நட்சத்திரங்களின் வெப்பம் வெளியேறும்போது சாதாரண ஒளிக்கதிர்களாக இல்லாமல் அதிகப்படியான ஆற்றல் கொண்டதாய் பிரகாசித்து ஒளிக்கதிர்களை விடும். அதிகமான ஆற்றல் மூலம் வெளிப்படும் ஒளிக்கதிரானது குறைந்த அலைநீளத்தைக் கொண்டிருக்கும். நியூட்ரான்

நட்சத்திரங்களில் இருந்து வெளிப்படும் குறைந்த அலைநீளத்தை உடைய ஒளிக்கதிர்களை எக்ஸ்-ரேக்கள் அல்லது எக்ஸ் கதிர்கள் என்றழைக்கின்றோம்.

ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரம் எக்ஸ்ரே கதிர்கள் மட்டும்ன்றி எல்லாவிதமான அலைநீளம் உள்ள கதிர்களையும் வெளியேற்றுகிறது. அதில் சாதாரண ஒளி, மற்றும் ரேடியோ அலைகள் போன்ற அதிக அலைநீளத்தை உடைய கதிர்களும் அடங்கும்.

நாம் வானத்தில் வெவ்வேறு திசைகளிலிருந்து வரும் எக்ஸ்ரே கதிர்களை ஆராய்வோமேயானால் நியூட்ரான் நட்சத்திரங்கள் உள்ளனவா என்று கூறிவிடலாம். ஒரு குறை என்னவெனில் எக்ஸ்ரே கதிர்கள் நம் வளிமண்டலத்தை ஊடுருவி வரஇயலாது. சாதாரண ஒளி வளிமண்டலத்தை ஊடுருவும் ஆனால் எக்ஸ்ரே கதிர்களால் அவ்வாறு செய்யமுடியாது.

அதிர்ஷ்டவசமாக 1950 - க ளி ன் தொடக்கத்தில் அறிவிய லாளர்கள் விண்ணில் ராக் கெட்டு க ளை வளிமண்டலத்திற்கு அப்பால் செலுத்தி, அதில் பொருத்தப்பட்ட கருவிகள் கொண்டு விண்வெளியிலிருந்து வரும் கதிர்களை பூமிக்கு வரும் முன்னரே ஆராய்ந்தனர்.



1963-ஆம் ஆண்டு அமெரிக்க வானவியற்வல்லுநரான ஹர்பெர்ட் ஃப்ரைட்மென் தலைமையில் செலுத்தப்பட்ட ராக்கெட்டுகளில் பொருத்தியிருந்த கருவிகள் மூலம் எக்ஸ்ரேக்களை கண்டறிந்தனர். உண்மையில் வானத்தின் வெவ்வேறு திசைகளிலிருந்துதான் இந்த எக்ஸ்ரேக்கதிர்கள் வருகின்றன. ஆனால் இந்த எக்ஸ்ரே கதிர்கள் நியூட்ரான் நட்சத்திரங்களிலிருந்துதான் வருகின்றனவா அல்லது வேறு ஏதாவது ஒன்றிலிருந்து வருகின்றனவா?

எக்ஸ்ரேக்கள் வரும் திசைகளில் ஒன்றானது “கிராப் நெபுளா” எனழைக்கப்படுகின்றது. இந்த கிராப் நெபுளா தூசியும் வாயும் சேர்ந்த தொகுப்பு. 1054-ஆம் ஆண்டில் வெடித்த ஒரு மாபெரும் சூப்பர்நோவாவின் மிச்சமே இந்த கிராப் நெபுளா-வின் தொகுப்பு. அப்படியென்றால் நியூட்ரான் நட்சத்திரம் இந்த கிராப் நெபுளாவின் மத்தியில் இருக்குமா?

இதை உறுதியாகக் கூறமுடியாது. ஏனெனில் இந்த வெப்பம் மிகுந்த தூசி மற்றும் வாயுக்களிலிருந்தும் கூட எக்ஸ்ரேக்கள் வரும். அஃதாவது அந்த மண்டலத்தில் நியூட்ரான் நட்சத்திரம் இருந்திராமல் இருக்கலாம்.

1964-ஆம் ஆண்டு நம் நிலவானது இந்த கிராப் நெபுளாவின் முன் கடக்க நேர்ந்தது. இந்த எக்ஸ்ரேக்கள் தூசி மற்றும் வாயுக்களிலிருந்துதான் வருகிறதென்றால் இந்தக் கதிர் அனைத்தையும் நிலவினால் மறைக்க சிறிதுகாலம் தேவைப்படும். இந்தத் தருணத்தில் வரும் கதிர்கள் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக தூண்டிக்கப்பட்டுவிடும்.

இந்த எக்ஸ்ரேக்கள் ஒரு சிறிய நியூட்ரான் நட்சத்திரத்திலிருந்துதான் வருகிறதென்றால், மிகக் குறைந்த நேரத்திற்கு நிலவானது இதன் முன்னர் கடக்கும்போது எக்ஸ்ரோ கதிர்கள் ஒரேடியாக தூண்டிக்கப்பட்டுவிடும்.

\*\*\*

ஆனால் அவ்வாறாக நிகழவில்லை. அப்படியெனில் அந்த கிராப் நெபுளாவில் நியூட்ரான் நட்சத்திரம் இருக்கவில்லை போன்று ஆகிவிட்டது. இருப்பினும் இந்தக் கூற்று முற்றுபெறவில்லை.

1931-ஆம் ஆண்டு கார்ல் ஜான்ஸ்கி என்ற அமெரிக்க பொறியாளர் வானத்திலிருந்து ரேடியோ கதிர்கள் வருவதைக் கண்டார். ரேடியோ கதிர்கள் ஒளிக்கதிர்களைப்போன்றது. ஆனால் அவைகளில் அலைநீளம் மிக அதிகமாக இருக்கும். சில வகையான ரேடியோ அலைகள் ஒளி அலைகளைப் போல இயல்பாக வளிமண்டலத்தை கடந்து வரும். இதையே ஜான்ஸ்கி கண்டறிந்தார்.

1950-களில் வானவியற்வல்லுநர்கள் ரேடியோ தொலைநோக்கிகள் என்ற தனிவகை கருவிகளை உருவாக்கி வானத்திலிருந்து வரும் அலைகளை பிடித்து ஆராய்ந்தனர்.

1960-களின் தொடக்கத்தில் ஒரு சில வானவியற்வல்லுநர்களுக்கு சில வேளைகளில் இந்த ரேடியோ அலைகள் குறுகிய காலக்கட்டத்தில் பலமானதாகவும் பலம் இழந்ததாகவும் மாறுவதாய் தோன்றியது. இவ்வாறான குறுகியகால மாற்றம் அதிவிரைவாக நடப்பதை ரேடியோ தொலைநோக்கிகள் படம்பிடித்தன.

1967-ல் ஆந்தனி ஹெவிஷ் என்ற ஒரு பிரிட்டிஷ் வானவியற்வல்லுநர், வேகமாக மாறும் ரேடியோ அலைகளை ஒரு தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த ரேடியோ தொலைநோக்கிக்கொண்டு கண்டறிந்தார்.

இந்த தொலைநோக்கியானது 1967-ஆம் ஆண்டு ஜூலை மாதம் பயன்பாட்டிற்கு வந்த ஒரு மாதத்திற்குள் ஹெவிஷின்



மாணாக்கரான ஜோஸ்லின் பெல் என்பவர் வானத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியிலிருந்து வரும் ரேடியோ அலைகளின் குறுகிய துடிப்புகளை படம்பிடித்தார். ஒவ்வொரு துடிப்பும் ஒரு நொடியின் 20-ல் ஒரு பங்கு நேரம் மட்டுமே நீடித்து, ஒவ்வொரு 1,33730109 நொடிக்கு ஒருமுறை தொடர்ந்தது. இந்தத் துடிப்பின் காலஇடைவெளி ஒரு நொடியின் நூறு-மில்லியன் பங்கு கூட மாறாத வண்ணம் நிலையாக இருந்தது.

ஹெவிஷ் மற்றும் பெல் வானத்தில் வேறுபகுதிகளில் பார்வையிட்டு மேலும் மூன்று இடங்களில் இவ்வாறான ரேடியோ அலை துடிப்புகளை கண்டறிந்தனர். ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு காலஅளவைக் கொண்டிருந்தது. எந்த பொருள் இவ்வாறான துடிப்பை வெளியிடுகின்றது என்பதை அவர்கள் தெரிந்திருக்கவில்லை. ஆனால் அவைகளை துடிக்கும் நட்சத்திரங்கள் என்று அழைத்தனர். இவைகளை ஆங்கிலத்தில் பல்சார்ஸ் என்று சுருக்கி அழைத்தனர்.

அடுத்த 10 ஆண்டுகளில் மற்ற வானவியற்றவல்லுநர்களும் 100-க்கும் மேற்பட்ட பல்சார்களை கண்டறிந்தனர். நம்முடைய பால்வெளியில் ஒட்டுமொத்தமாக 100,000திற்கும் மேற்பட்ட பல்சார்கள் இருக்கலாம்.

கிராப் நெபுளாவில் கண்டறியப்பட்ட பல்சாரின் காலஇடைவெளிதான் மிகக் குறுகியது. அதனிடத்தில் இருந்து வரும் துடிப்பானது ஒவ்வொரு 0,033099 நொடிகள் இடைவெளிவிட்டு வந்தது. அதாவது ஒருநொடியின் 30-ல் ஒரு பங்கு இடைவெளியில் ஒரு துடிப்பு என்று அர்த்தம்.

தாமஸ் கோல்டு என்ற ஆஸ்திரிய நாட்டு வானவியற்றவல்லுநர் என்ன நினைத்தார் என்றால் இந்த மாதிரியான துடிப்புகளை உருவாக்க, கண்டிப்பாக

அதிவிரைவான மற்றும் சீரான மாற்றத்தை கொண்டிருக்கும் விண்வெளியில் உள்ள ஒரு பொருளில் வரும் என்று. மேலும் ஒரு பொருள் மற்றொன்றை வலம் வரும் அல்லது அதில் ஒன்று மாறிமாறி சுருக்கியும் விரிவடைந்தும் இருக்கும் அல்லது தன்னுடைய அச்சில் சூழ்ந்து கொண்டிருக்கும்.

மில்லியன் மில்லியன் கிலோமீட்டர்கள் தூரத்திலிருந்து வரும் ரேடியோ அலைகள் பலம் பொருந்தியதாய் இருக்க வேண்டுமெனில், அது புறப்பட்டு வரும் நட்சத்திரம் அதிக எடைபொருந்தியதாய் இருக்கவேண்டும்.

ஆனால் நட்சத்திரங்கள் இவ்வாறு வேகமாக நகராது. மேலும் ஒரு நொடிப்பொழுதில் ஒன்றை ஒன்று வலம் வரவும் செய்யாது, அல்லது ஒவ்வொரு நொடிக்கு சுருங்கி விரிவடையாது. அவ்வாறான வேகத்தில் செயல்படும் நட்சத்திரங்கள் கண்டிப்பாக சிதறிவிடும். இந்த மாதிரியான அதிவிரைவான மாற்றத்தை பெற்றிருக்கவேண்டுமென்றால் அந்த நட்சத்திரம் மிகவும் சிறியதாகவும் அதிக ஈர்ப்புவிசை பொருந்தியதாகவும் இருக்க வேண்டும். வெண்குறுமீன்கள் இந்தப் பண்புகளைக் கொண்டிருக்காது.

ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரமாக இருந்தால்? இதுதான் விடை என்று கோல்டு முடிவுக்கு வந்தார். ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தால் மட்டுமே மிகச் சிறியதாகவும் அதிக ஈர்ப்புவிசை கொண்டதாகவும் ஒரு நொடியில் தன் அச்சில் தானே சூழ்ந்து அல்லது ஒரு நொடியில் 30-ல் ஒரு பங்கு வேகத்துடன் சூழ்ன்றும் சிதறா வண்ணம் இருக்கும்.

நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து மட்டுமே ரேடியோ அலைகள் வெளிவருகிறது என்று கோல்டு பரிந்துரைத்தார். ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரம்

சூழலும் ஒவ்வொரு முறையும், ரேடியோ அலைகளை நாமிருக்கும் திசையை நோக்கி வாரி இரைக்கின்றன.

இவ்வாறு ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரம் சூழன்று கதிர்வீச்சை வெளியிட்டு தன் ஆற்றலை இழக்க நேரிடுகிறது என்று கோல்டு முடிவுசெய்தார். இப்படியான செயலால் தன் சூழலும் வேகமும் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக குறைகிறது.

★ ★ ★

கிராப் நெபுளாவில் காணப்படும் நியூட்ரான் நட்சத்திரமானது சுமார் ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் தோன்றியதன் விளைவாய் இவ்வாறான அதிவிரைவு மாற்றத்தை கொண்டிருக்கிறது. இந்த நியூட்ரான் நட்சத்திரமே நாம் அறிந்த நியூட்ரான் நட்சத்திரங்களில் மிகவும் குறைந்த வயதை கொண்டது. மேலும் அதன் காரணமாக தன் சூழற்சியை குறைத்துக்கொள்ள நேரமெடுத்துக் கொள்கிறது.

கிராப் நெபுளாவில் உள்ள இந்த துடிப்பு விண்மீனை நன்கு ஆராயும்போது கோல்டு கூறிய அனைத்தும் உண்மை என்று அறியப்பட்டது. ஒவ்வொரு நாளும் அதன் துடிப்பு இடைவெளி ஒரு நொடியில் 36 ஆயிரம்-மில்லியன் பங்கு முந்தைய நாளைக்காட்டிலும் அதிகரிப்பதை காணமுடிந்தது.

இப்பொழுது வானவியற்வல்லுநர்கள் சூழலும் நியூட்ரான் நட்சத்திரங்கள் துடிப்பு விண்மீன்களே என்ற தீர்க்கமான முடிவுக்கு வந்தனர்.

இவ்வாறாக சூழலும் நியூட்ரான் நட்சத்திரத்திலிருந்து ரேடியோ அலைகள் மட்டும் அல்லாது பிறவகையான ஒளி அலைகளும் வெளிவருகிறது. உதாரணத்திற்கு கிராப் நெபுளாவில் உள்ள நியூட்ரான் நட்சத்திரமானது

எக்ஸ்ரே கதிர்களின் துடிப்பையும் வெளியிடுகின்றது. கிராப் நெபுளாவில் வெளிப்படும் எட்டில் ஒரு பங்கான எக்ஸ்ரேக்கதிர்கள் நியூட்ரான் நட்சத்திரத்திலிருந்து வருகின்றது. மீதமுள்ள எட்டில் ஏழு பங்கு எக்ஸ்ரேக்கதிர்கள் சூப்பர்நோவாவால் உருவாக்கப்பட்ட தூசு மற்றும் வாயுக்களிலிருந்து வருகின்றன. இந்த எட்டில் ஏழு பங்குதான் சந்திரன் கிராப் நெபுளா முன்னர் கடந்து செல்லும்போது நியூட்ரான் நட்சத்திரம் இல்லாதது போன்று தோற்றம் தந்தது.

சூழலும் நியூட்ரான் நட்சத்திரமும் கூட ஒளி துடிப்புகளை அனுப்பும். ஜனவரி 1969-ல் ஒரு மங்களான நட்சத்திரம் ஒவ்வொரு விநாடிக்கு 30 முறை கிராப் நெபுளாவினுள் சென்று வருவதை காணமுடிந்தது. அது ஒளி துடிப்புகளை வெளியே செலுத்திக்கொண்டிருந்தது. அதுவே ஒரு உண்மையான நியூட்ரான் நட்சத்திரம், அதை வானியற்வல்லுநர்களால் பார்க்க முடிந்தது.

அதுமுதல் ஒரு சூப்பர் நோவாவின் கழிவிலிருந்து பார்க்கப்பட்ட இரண்டாவது நியூட்ரான் நட்சத்திரமாகும். இந்த இரண்டாவது நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தை “வேளா X-1” என்று பெயரிட்டனர் ஏனெனில் அது செயிலஸ் எனப்படும் வேளா நட்சத்திரக்கூட்டத்தில் இருந்ததினால்.

1975-ல், வேளா X-1-ன் எடையளவு தீர்மானிக்கப்பட்டது. அது நம் சூரியனைக்காட்டிலும் 1.5 மடங்கு அதிக எடைகொண்டது.

வேளா X-1 வின் எடையானது சந்திரசேகரின் எல்லையை காட்டிலும் அதிகம். இந்த பண்பு அது ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரமாக இருக்கிறது என்பதற்கு ஆதாரமாய் உள்ளது. வேளா X-1 போன்ற ஒரு விண் பொருள் கண்டிப்பாக ஒரு வெண்குறுமீனாக இருக்க முடியாது.

#### 4. விடுபடு விசை மற்றும் அலைகள்

ஒரு வெண் குறுமீன் அடர்த்தியாகவும் ஈர்ப்புவிசை மிக அதிகமாகவும் கொண்டிருக்கும். ஆனால் ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரமானது பண்மடங்கு அடர்த்தியும் அதிமிகு ஈர்ப்புவிசை கொண்டதாய் இருக்கும்.

இந்த புத்தகத்தில் முதலில் குறிப்பிட்டதுபோல சிரியஸ்-B யின் ஒரு கியூபிக் சென்டிமீட்டர் அளவுள்ள பொருள் 34,600 கிராம்கள் எடை கொண்டதாய் இருக்கும். நாம் ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தின் ஒரு கியூபிக் சென்டிமீட்டர் திடப்பொருளை சூரியனோ அல்லது சிரியஸ்-B யின் அளவுக்கு சமமிட்டால் அது 1,550 மில்லியன் டன்களாய் இருக்கும். ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தின் ஒரு கியூபிக் கிலோமீட்டர் திடப்பொருளானது நம் பூமியைவிட ஆயிரம் மடங்கு அதிக எடை உடையதாய் இருக்கும்.

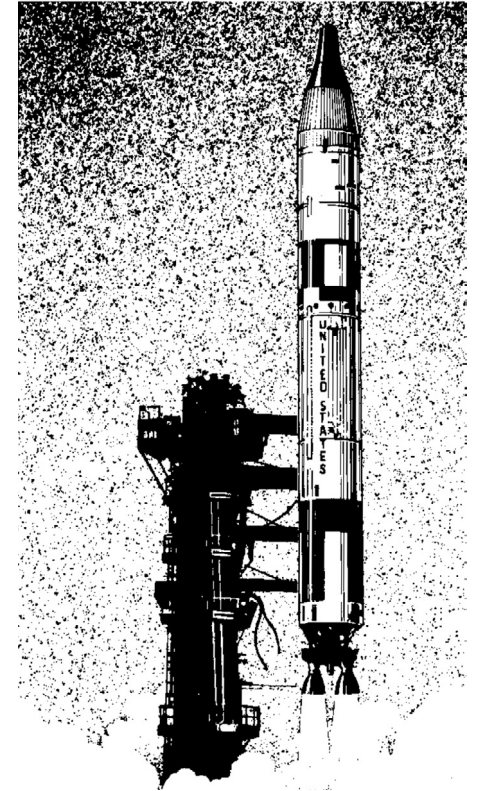
நீங்கள் 50 கிலோகிராம்கள் எடை கொண்டவராய் இருந்து சூரியனில் நிற்பதாய் கற்பனை செய்தீர்கள் என்றால் அங்கு உங்கள் எடை 1,400 கிலோகிராம்களாய் இருக்கும். இதுவே சிரியஸ்-Bயில் 1,060 டன்களுக்கு நிகராய் இருக்கும். சூரியனின் எடை கொண்ட ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தில், இந்த நிகழ்வானது உங்கள் எடையை 14,000 மில்லியன் டன்களாய் காட்டும்.

ஒரு அழுத்தமான ஈர்ப்புவிசை நீங்கள் அதிலிருந்து வெளியேற முடியாது என்ற பொருள்படும் படி அல்ல. போதிய அளவு வேகமாய் நீங்கள் நகர்ந்தால், ஒரு பெரிய விண்பொருளிடமிருந்தும் தள்ளி செல்ல முடியும். இதற்கான காரணம் என்னவெனில் ஈர்ப்புவிசையானது தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க தன் வலிமையை இழக்கிறது.

பூமியைவிட்டு ஒரு பொருள் வெளியேறும்போது பூமியின் ஈர்ப்புவிசையானது அதன் வேகத்தை குறைத்து தன்னிடத்தே மீண்டும் வரவழைக்கும். ஆனால் அந்தப்பொருளானது மிக வேகமாக பூமியைவிட்டு வெளியேறும்போது பூமியின் ஈர்ப்புவிசை அதற்கு ஈடாக அதன் வெளியேறும் விசையை குறைக்க இயலாது. அந்த பொருள் தொடர்ந்து வெளியேறி மீண்டும் திரும்ப வராது. பூமியைவிட்டு வெளியேற தேவையான வேகத்தை விடுபடு விசைவேகம் என்றழைக்கின்றோம்.

\*\*\*

Gemini 3 rocket being launched



பூமியின் விடுபடு விசை வேகம் நொடிக்கு 11 கிலோமீட்டர்களாகும். அஃதாவது எந்த ஒரு பொருளும் நொடிக்கு 11 கிலோமீட்டர் வேகம் வெளியேறுமாயின் அது பூமியின் மீது மீண்டும் வந்து விழாது.

பூமியின் விடுபடு விசையின் அளவு பெரியதாய் இருந்தாலும், அது போதுமானது அல்ல. நம்மால் ராக்கெட்டுகளை பூமியிலிருந்து வெளியே அனுப்ப முடியும்

ஆனால் பெரிய அளவிளான பொருட்களை வெளியே அனுப்புவது கடினமான செயல்.

ஜூபிடரின் விடுபடு விசையின் அளவு நொடிக்கு 60.5 கிலோமீட்டர்கள். சூரியனுக்கு இது நொடிக்கு 617 கிலோமீட்டர்கள். சிரியஸ்-ஹிக்கு இது நொடிக்கு 3,400 கிலோமீட்டர்களாகும்.

நம் சூரியனின் எடை கொண்ட ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தை எடுத்துக்கொண்டால் இந்த விடுபடு விசையின் அளவானது நொடிக்கு 192,360 கிலோமீட்டர்களாகும். எந்தவொரு பொருளும் நியூட்ரான் நட்சத்திரத்திலிருந்து வெளியேறுவது சாத்தியமே இல்லை.

ஆனால் ஒளியால் தப்பிக்க முடியும். ஒளியானது நொடிக்கு 293,346 கிலோமீட்டர்கள் வேகத்தில் கடந்து செல்லும். அதுபோலவே ஒளியைவிட பெரிதும் சிறுதுமாய் ஒளி அலையை கொண்ட மற்ற கதிர்வீச்சுகளும் வெளியேற முடியும். ரேடியோ அலைகளாலும் வெளியேற முடியுமாதலால் நியூட்ரான் நட்சத்திரங்களை நாம் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

ஒரு விண்பொருளின் மத்தியிலிருந்து இரு மடங்கு தொலைவு நீங்கள் தள்ளி இருந்தால் அந்த பொருளின் ஈர்ப்புவிசையானது கால் பங்காக குறைந்துவிடும். உதாரணத்திற்கு சூரியனின் மேற்பரப்பில் நீங்கள் நின்றிருந்தால், அதன் மையப்பகுதியிலிருந்து 695,200 கிலோமீட்டர்கள் தொலைவில் இருப்பீர்கள். அங்கிருந்து நீங்கள் அதே 695,200 கிலோமீட்டர்கள் விண்ணை நோக்கி நகர்ந்தால், நீங்கள் சூரியனின் மையப்பகுதியிலிருந்து இருமடங்கு வெளியேறி இருப்பீர்கள். இந்நேரம் சூரியனின் ஈர்ப்புவிசையானது கால் பங்காக குறைந்திருக்கும்.

இதே நீங்கள் ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தின் மேற்பரப்பில் நின்றிருந்தால் அதன் மையப்பகுதியிலிருந்து 8 கிலோமீட்டர்கள் மட்டுமே தள்ளி இருப்பீர்கள். அங்கிருந்து 8 கிலோமீட்டர்கள் விண்ணிலிருந்தால் அதன் மையப்பகுதியிலிருந்து இருமடங்கு தொலைவில் இருப்பீர்கள். இப்பொழுது அதன் மேற்பரப்பிலிருந்த ஈர்ப்புவிசையைக் காட்டிலும் உங்கள் மேல் ஏற்படும் தற்போதைய ஈர்ப்புவிசையானது கால் பங்காக குறைந்திருக்கும். இவ்வாறாக நோக்கின் ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தின் ஈர்ப்புவிசையானது அதிலிருந்து வெளியேறும் தொலைவிற்கு ஏற்ப மிக அதிகமாக குறைவதை உணரலாம்.

உங்கள் பாதங்கள் ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தை நோக்கி அதன் அருகில் நீங்கள் இருப்பதாய் கற்பனை செய்துகொள்ளுங்கள். உங்கள் பாதங்கள் கண்டிப்பாக உங்கள் தலையைக்காட்டிலும் அந்த நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தின் அருகில் இருக்கும். இதன் காரணமாய் உங்கள் மேல் மிக அதிக ஈர்ப்புவிசை தாக்கத்தை உணர்வீர்கள். உங்களின் இந்த சிறிய இடைப்பட்ட தூரத்திற்கே அதன் ஈர்ப்புவிசையானது அபரிமிதமாய் மாறுவதை காணலாம். இவ்வாறான வெவ்வேறு ஈர்ப்புவிசைகள் உங்கள் தலையையும் காலையும் ஆட்கொள்ளும்போது உங்கள் உடலானது மிகுந்த சக்திகொண்டு நீட்டப்படும்.

இந்த நீட்டத்தையே ஏற்றஇறக்க விளைவு என்கிறோம். இந்த நிகழ்வானது குறைந்த ஈர்ப்புவிசையிலும் ஒரு பெரிய பொருளினால் உணரமுடியும். நிலவின் ஈர்ப்புவிசையானது நம் பூமியை ஒரு சிறிய அளவு நீட்டிக்க செய்கிறது. இதன் காரணமாகவே நிலவை பார்த்த கடலின் மேற்பரப்பில் உள்ள நீர் அதற்கெதிர் திசையிலிருக்கும் நீர்

மட்டதைவிட மேலெழும்புகிறது. இதுதான் அலைகளை உருவாக்குகிறது, இந்த நீட்டத்தைதான் ஏற்றவற்ற விளைவு என்கிறோம்.

## 5. ஒட்டுமொத்த சிதைவு

ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரம் எவ்வளவு எடை கொண்டதாய் இருக்கும்? எவ்வளவுக்கெவ்வளவு ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரம் எடைமிகுந்ததாய் இருக்கின்றதோ அவ்வளவு அதிகமான உள் ஈர்ப்புவிசையை கொண்டிருக்கும். இந்த ஈர்ப்புவிசையானது போதிய அளவு அதிகரித்தால், அந்த நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தில் உள்ள நியூட்ரான்களை அது சிதைக்காதா? அல்லது எந்த விளைவையும் நியூட்ரான்கள் தாக்கு பிடிக்குமா?

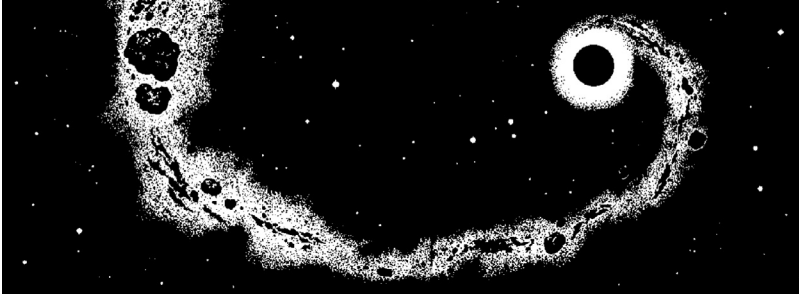
1939-ல் இந்த கேள்வி அமெரிக்க நாட்டு இயற்பியலாளரான ஜெ.ராபர்ட் ஒப்பென்ஹைமரால் கருத்தில் கொள்ளப்பட்டது. நியூட்ரான்களால் எதையும் எதிர்த்து இருக்க முடியாது என்று அவருக்கு தோன்றியது. ஒரு சிதைவுறும் பொருளானது சூரியனைக்காட்டிலும் 3.2 மடங்கு எடை மிகுந்ததாயின் அது தன்னுள் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் மட்டுமல்லாது அதன் நியூட்ரான்களையும் நொறுக்கிவிடும்.

அதனை ஒன்றும் இல்லாமல் செய்ய அதற்கு மேல் நொறுக்குவதற்கு அதனுள் அங்கு ஒன்று இருக்கமுடியாது, வேறேதுவும் இருக்கவே இருக்க முடியாது.

சூரியனை போன்ற எடைகொண்ட ஒரு பொருள் சிதைவுறும்போது அதனுடைய மொத்த ஈர்ப்புவிசையானது மாறாது. நீங்கள் சிதைவுறும் அந்த திடப்பொருளின் தொலைவிலிருந்தால், இந்த ஈர்ப்புவிசை மாற்றத்தை சிதைவு செயல் நடந்துகொண்டிருக்கும் வேலையிலும் உணரமாட்டீர்கள்.

ஆனால் அவ்வாறாக சிதைவுறும் திடப்பொருளின் மீது நீங்கள் நின்று கொண்டிருந்தால் அது வேறுமாதிரி

A black hole, with fragments falling in and nothing coming out



இருக்கும். சிதைவு செயல் தொடரும்போது நீங்கள் அந்த நிறை பொருளின் மையத்திற்கு அருகே சென்றுகொண்டிருப்பீர்கள். அதன் காரணமாய் மிக அதிக ஈர்ப்புவிசையை உணர்வீர்கள்.

ஒரு வெண்குறுமீனாய் அந்த நிறைபொருள் சிதைந்து மாறிய பின்னர், உங்கள் எடையானது 1,016 டன்களாய் இருக்கும். சிதைவானது ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திர நிலைக்கு எட்டியவுடன் நீங்கள் 15,000 மில்லியன் டன்களாய் எடை அதிகரித்திருப்பீர்கள். மேலும் அந்த சிதைவுறு நிகழ்வு நியூட்ரான் நட்சத்திர நிலையை கடந்து சென்று ஒன்றுமில்லாத அளவு சுருங்கி இருக்கும்பட்சத்தில் உங்கள் எடையானது 15,000 மில்லியன் டன்களைக்காட்டிலும் மிக மிக அதிகமாயிருக்கும்.

இந்த நிலையில் ஏற்றவற்ற விளைவும் மிக மிக மிக அதிகரித்திருக்கும்.

இத்தருணத்தில் தேவைப்படும் விடுபடுவிசையும் அதைவிடவும் அதி அதிகமாய் இருக்கும்.

இந்த விடுபடு விசை முக்கியமானது. ஒரு பொருள் நியூட்ரான் நட்சத்திர நிலையை தாண்டி சிதைவுறும்போது விடுபடுவிசையானது நொடிக்கு 299,783 கிலோமீட்டர்கள்

வரை அதிகரித்து கொண்டே போகும். அவ்வாறு நிகழும்போது ரேடியோ அலைகள். எக்ஸ்ரோ கதிர்கள் மற்றும் அதைப்போன்ற இன்ன பிற கதிர்வீச்சுக்கள் அந்தப்பொருளை விட்டு நீங்காது. ஏனெனில் அவைகளால் போதிய அளவு வேகமெடுக்க முடியாது. மற்ற எந்த ஒன்றாலும் கூட இது சாத்தியமாகாது ஏனென்றால் அறிவியலாளர்களுக்கு தெரியும் ஒளியின் வேகத்தைக் காட்டிலும் வேறொன்று செல்லமுடியாது என்று. ஒளியால் வெளியேற முடியாது என்றால் வேறெந்த பொருளாலும் இது முடியாது.

\*\*\*

ஒளி வெளியேற முடியாது நிலைக்கு ஒரு பொருள் சிதைவடையும் போது அதன் மேற்பரப்பிலிருந்து மையப்பகுதிவரையிலான தூரத்தை ஷ்வாஷ்சைட்டு ஆரம் என்றழைக்கின்றோம். இதை கார்ல் ஷ்வாஷ்சைட்டு என்ற ஒரு ஜெர்மன் வானவியற்வல்லுநர் முதலில் கணக்கிட்டார்.

சூரியனைப் போன்ற எடையுள்ள ஒரு பொருளுக்கு ஷ்வாஷ்சைட்டு ஆரமானது 2.9 கிலோமீட்டர்களாகும். மேற்பரப்பிலிருந்து மையப்பகுதிக்கு 2.9 கிலோமீட்டர்கள், மறுபடியும் மையப்பகுதியிலிருந்து எதிர்புறம் உள்ள மேற்பரப்பு வரையிலான தூரத்திற்கு 2.9 கிலோமீட்டர்கள் இருக்கும். இதன் அர்த்தமாவது சூரியன் தன்னுடைய எடையை தக்கவைத்து கொண்டு 5.8 கிலோமீட்டர்கள் குறுக்களவு கொண்ட ஒரு கோளமாக சுருங்கும் போது ஒளியானது அதற்குமேல் வெளியேற இயலாது. அந்த நிலையில் வேறு எதுவுமே அவ்வாறு வெளியேற முடியாது.

அவ்வாறு சுருங்கிய ஒரு பொருள் விண்வெளியில் இருப்பதாய் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். எந்த

ஒரு பொருளாவது அதன் அருகில் செல்லுமானால் அந்த பொருள் அதனிடம் பிடிபட்டுவிடும். ஏற்றவற்ற செயல்விசையானது அந்த பொருளை பல சிறிய தூக்களாக பிரித்தெறிந்துவிடும். அவ்வாறான தூக்கள் அந்த சிறிய பொருளை வலம்வந்து இறுதியாக அதனுள் விழுந்துவிடும். அப்படி விழும் எந்த ஒரு பொருளும் வெளியேறுவதற்கான வாய்ப்பே இல்லை.

பொருட்கள் உள்ளே விழுந்து எதுவும் வெளியேற முடியாத நிலையில் அந்த சிறிய (நியூட்ரான் நட்சத்திர சிதைவு நிலையைத் தாண்டிய) பொருளானது விண்வெளியில் ஒரு துவாரத்தைப் போன்று தோன்றும். ஒளியும் அல்லது வேறெந்த வகையான கதிர்வீச்சும் கூட வெளியேறாத காரணத்தால் அந்த சுருங்கிய பொருளானது முழுமையான கருப்பு நிறத்தைக் கொண்டிருக்கும். ஆகையால் அது கருந்தூளையாக மாறுகிறது. அவ்வாறாகவே வானவியற்வல்லுநர்களும் அதை அழைக்கின்றனர்.

## 6. கருந்துளைகளை கண்டுபிடித்தல்

நாம் ஏதாவது ஒரு வழியில் கருந்துளைகளை கண்டுபிடிக்க முடியுமா?

அப்படி ஒன்று நமக்கு போதுமான பக்கத்தில் இருந்திருந்தால் அதனுடைய ஈர்ப்பு விசையை உணர்ந்திருக்கலாம். ஆனால் பல நட்சத்திரங்களுக்கு மத்தியில் கருந்தூளை இருப்பின் அது அங்கு உள்ளது என்று எவ்வாறு நம்மால் கூறமுடியும்?

அப்படி முடியுமாய் தோன்றவில்லை. சூரியனைப்போன்ற எடை கொண்ட ஒரு கருந்தூளையானது ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரத்தின் விட்டத்தில் பாதியளவாய் இருக்கக்கூடும். அதற்கும் மேலாக அவைகள் கதிர்வீச்சு சிமிட்டல்களைக் கூட வெளியேற்றாது.

மிகச்சிறிய அளவில், கதிர்வீச்சு போன்ற வழியில்லாமல் நாம் எவ்வாறு கருந்தூளையை அறிய முடியும்?

நம்மால் அறிய முடியவே முடியாது என்று இருக்கலாம். கருந்தூளைகள் போன்றதொரு அமைப்பை ஆணித்தரமாக இருக்கின்றனவா இல்லையா என்று தெரிந்திராமல் வானவியற்வல்லுநர்கள் அவைகளைப் பற்றி பேசலாம்.

அதிர்ஷ்டவசமாக அதைப்பற்றி தெரிந்துகொள்ள நமக்கு ஒரு வழி உள்ளது. கருந்தூளைகளிலிருந்து கதிர்வீச்சு வெளியேறாமல் இருந்தாலும் அதனுள் விழும் திடப்பொருளினாது அது விழும் நேரத்தில் கதிர்வீச்சை வெளிப்படுத்துகிறது. அவ்வாறு விழும் பொருள் எக்ஸ்ரோ கதிர்களை வெளியிடுகிறது. ஒரு சிறிய துண்டு பொருள் கருந்தூளையினுள் விழுந்தால் அது சிறிய அளவிலான எக்ஸ்ரோ கதிர்களை மட்டுமே

வெளியிடும். மில்லியன் மில்லியன் கிலோமீட்டர்கள் தொலைவில் உள்ள கருந்துளைகளை ஆராய இது போதுமானது அல்ல. ஒருவேளை மிகப்பெரிய அளவில் ஒரு பொருளானது எந்நேரமும் கருந்துளையில் விழுந்து கொண்டே இருக்குமானால் அப்பொழுது அதிகளவிலான எக்ஸ்ரே கதிர்கள் வெளியேறுவதை கண்டறிய முடியும்.

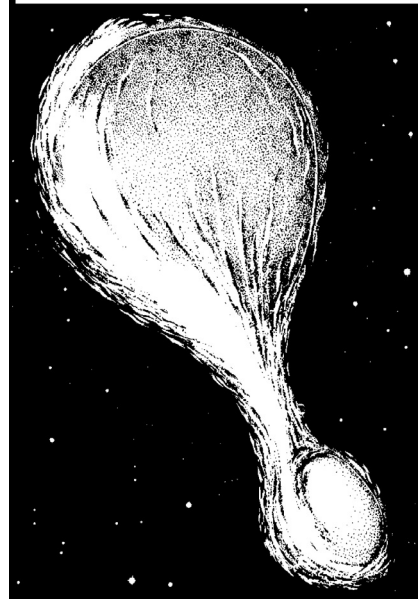
இம்மாதிரியான ஒரு கருந்துளையில் பெருமளவிலான ஒரு பொருள் விழுவது என்ற சாத்தியம் மிகக் குறைவாகவே தோன்றும். பிரச்சனை என்னவெனில் விண்வெளி ஒரு பெரிய வெற்றிடமாக உள்ளதே. நம்முடைய சூரியன் ஒரு கருந்துளையாக மாறும் என்று எடுத்துக்கொண்டால், அப்பொழுதும் கோள்கள் மிகத் தொலைவில் அதைச் சுற்றியே வரும், அதனுள் விழாது. அதைபோல சூரியன் மீது விழ அதிகப்படியான எந்தப்பொருளும் அதன் அருகில் இருக்காது.

ஏனெனில் நம் சூரியன் ஒரு தனி நட்சத்திரமாக இருப்பதால். அது மட்டுமே தனித்து தன் கோள்களுடன் இருக்கின்றது. மாறாக வானில் இருக்கும் நட்சத்திரங்களில் பாதிக்கும் சற்று குறைவான எண்ணிக்கையில் உள்ளவைகள் இணை நட்சத்திரங்களை கொண்டிருக்கும். இரண்டு நட்சத்திரங்கள் ஒன்றை ஒன்று நெருங்கிய நிலையில் வட்டமிடுவது என்பது ஒரு பொதுவான விஷயம். சில நேரங்களில் ஒவ்வொரு நட்சத்திரமும் நம் சூரியனைக்காட்டிலும் எடை அதிகம் கொண்டதாய் இருக்கும்.

\*\*\*

அவ்வளவு பெரிய எடைகொண்ட இரு நட்சத்திரங்கள் ஒன்றையொன்று வட்டமிடுவதாய் நாம் கற்பனை

Red giant and smaller white star circling each other



செய்தோமேயானால், அந்த இரண்டில் பெரியதான ஒன்று தன்னுடைய எரிபொருளை முதலில் தீர்த்து விட்டு ஒரு மிகப்பெரும் சிவப்பு அரக்கனாய் மாறிக் கடைசியில் ஒரு சூப்பர் நோவாவாக வெடித்து சிதறும்.

அவ்வாறான சூப்பர் நோவா தன்னுடைய பெரும்பாலான திடப்பொருளை

வெளிப்புறமாக எறியும். பின்னர் எஞ்சியுள்ள திடப்பொருள் ஒரு கருந்துளையாக சிதைவுறும். வெளியே தூக்கி எறியப்பட்ட திடப்பொருளில் சில அருகில் உள்ள நட்சத்திரத்தின் மேல் விழும். இதன் காரணமாய் முன்னர் இருந்ததைக் காட்டிலும் மிக அதிக எடை கொண்டதாய் அந்த நட்சத்திரம் மாறும்.

கருந்துளையும் அதன் இணை நட்சத்திரமும் தொடர்ந்து ஒன்றை ஒன்று சுற்றி கொண்டிருக்கும். முன்பைவிட அதிக எடைகொண்டதாய் உள்ள இணை நட்சத்திரம் இப்பொழுது தன் எரிபொருளை மிக விரைவாக தீர்த்து அதுவும் ஒரு பெரும் சிவப்பு அரக்கனாய் விரிவடையும்.

ஏற்றவற்ற செயல்விசையால் கருந்துளையை பார்தவாறு இருக்கும் இந்த சிவப்பு அரக்கனின் வெளிப்புற



அடுக்குகள் அதனுள் இழுக்கப்படும். சிவப்பு பெருமீனின் திடப்பொருளானது இவ்வாறாக கருந்தாளையினுள் கசியும்போது அதிகளவிலான எக்ஸ்ரோ கதிர்களை வெளியிடும்.

இந்த செயலானது ஆயிரக்கணக்கான வருடங்களாக தொடர்ந்து எக்ஸ்ரோ கதிர்களை மிக தூரத்தில் கூட கண்டறியப்படும் வண்ணம் விண்வெளியின் அனைத்து திசைகளுக்கும் செலுத்தும்.

நம் பூமியில் உள்ள வானவியற்வல்லுநர்கள் வானத்தின் எந்த திசையிலிருந்து எக்ஸ்ரேக் கதிர்கள் வருகின்றன என்பதை தீர்மானிக்கவேண்டும். அது ஒரு குறிப்பிட்பகுதியிலிருந்து வருமாயின் அது சிதைவுற்ற ஒரு நட்சத்திரத்திலிருந்துதான் வரவேண்டும். அந்த சிதைவுற்ற நட்சத்திரம் ஒன்று நியூட்ரான் நட்சத்திரம் அல்லது கருந்தாளை இவற்றில் எதாவத ஒன்றாக இருக்கவேண்டும்.

அது ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரமாக இருப்பின் அதிலிருந்து வெளிப்படும் எக்ஸ்ரேக் கதிர்கள் அந்த நியூட்ரான் நட்சத்திரம் சூழலும்போது அதிக துடிப்புடன் வெளிவரும். அதுவே அந்த சிதைவுறும் நட்சத்திரம் ஒரு கருந்தாளையாக இருப்பின் எக்ஸ்ரேக் கதிர்களை எல்லா பக்கத்திலும் இருந்தும் வெளிவரும் ஆனால் அது கருந்தாளையிலிருந்து இருக்காது. மாறாக அது தன் இணை நட்சத்திரத்தின் சிதறி தன்னுள் விழும் திடப்பொருட்களிலிருந்து வெளிவரும்.

அது ஒரு கருந்தாளையாக இருப்பின் எக்ஸ்ரேக் கதிர்கள் சில நேரம் அதிகளவாகவும் சில நேரம் குறைந்தளவாகவும் வெளிப்படும், ஏனெனில் இணை நட்சத்திரத்தின் சிதைப் பொருள்கள் ஒரு நேரம் அதிகளவிலும் இன்னும் சில நேரம் குறைந்தளவிலும் கருந்தாளையினுள் விழுந்துகொண்டிருக்கும்.

ஸ்வான் எனப்படும் சிக்னஸ் நட்சத்திரக் கூட்டத்-திலிருந்து 1965-ஆம் ஆண்டு முதன்முதலாக எக்ஸ்ரேக் கதிர்கள் அறியப்பட்டன. அது குறிப்பிடும்படியான வீரியத்தை கொண்டிருந்தது. அது “சிக்னஸ் X-I” என் அழைக்கப்பட்டது. துடிப்புமீன்கள் சில ஆண்டுகளுக்குப் பின் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பொழுது, சில வானவியற்வல்லுநர்கள் “சிக்னஸ் X-I” ஒரு துடிப்புமீனாக இருக்க முடியாது என்று எண்ணி அது ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரமாக இருக்குமோ என்று வியந்தனர்.

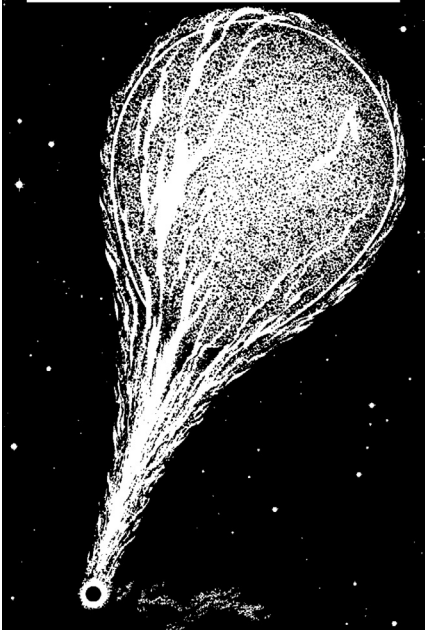
அந்த சமயத்தில்தான் வானவியற்வல்லுநர்கள் எக்ஸ்ரேக் கதிர்களை ஆராய்ந்து கொண்டிருந்தனர். அக்கதிர்களின் மூலம் எதுவாயிருக்கும் என்று சொல்ல போதுமான தகவல்கள் அவர்களிடத்தில் இல்லை.

பிறகு, 1969-ம் ஆண்டு ஒரு பிரத்யேக செயற்கைக் கோள் எக்ஸ்ரேக் கதிர்களை கண்டுளக்கும் கருவிகளைக் கொண்டு விண்ணில் செலுத்தப்பட்டது. அந்த செயற்கைக்கோள் வானில் மொத்தம் 161 எக்ஸ்ரே மூலங்களின் இருப்பிடங்களை கண்டுபிடித்தது. இதன் மூலம் வானவியற்வல்லுநர்களுக்கு முதன்முறையாக அதிகப்படியான விஷயங்கள் அறியப்பட்டு அதில் ஈடுபட்டனர்.

\*\*\*

1971-களில் “சிக்னஸ் X-I” யிலிருந்து வரும் எக்ஸ்ரேக் கதிர்கள் ஒழுங்கற்ற வீரியத்துடன் வெளிப்படுவதை அந்த செயற்கைக்கோளில் பொருத்தப்பட்ட கருவிகள் காண்பித்தன. அதன் பொருளாவது “சிக்னஸ் X-I” ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரமாக இருக்கலாம் என்பது. வானவியற்வல்லுநர்கள் அது ஒரு கருந்தாளையாக

Red giant in orbit with black hole



இருக்குமோ என்று ஆராயத் துவங்கினர்.

அந்த பகுதியிலிருந்து வரும் எக்ஸ்ரேக் கதிர்களைப் பற்றி ஆய்வு செய்யும்போது அங்கிருந்து ரேடியோ அலைகளும் வருவதை கண்டுபிடித்தனர். இந்த எக்ஸ்ரேக் கதிர்கள் மற்றும் ரேடியோ அலைகளைக் கொண்டு வான்வெளியில் உள்ள அந்த இருப்பிடத்தை வெகு துல்லியமாக கண்டறிந்தனர். அது ஒரு நன்கு புலப்படக்கூடிய

நட்சத்திரத்திற்கு வெகு அருகில் இருப்பது தெரியவந்தது. அந்த நட்சத்திரம் வரிசைக் குறிப்பில் HD-226868 என்று பட்டியலிடப்பட்டது.

HD-226868 வெகு தொலைவில் உள்ளதால் அது மங்களான ஒரு நட்சத்திரமாக இருக்கிறது. அது 10000 ஒளி ஆண்டுகள் தூரம் வரை தள்ளி இருக்கலாம். இந்த தூரமானது சிரியஸ்ஸை காட்டிலும் 1,100 மடங்கு அதிமானது.

அந்த தூரத்தில் உள்ள நட்சத்திரம் நம் சூரியனைக் காட்டிலும் 30 மடங்கு பெரியதாக இருக்கக்கூடும். மேலும் இந்த பெரிய நட்சத்திரம் தனித்து இருக்கவே முடியாது, ஆனால் அது 5.6 நாட்களுக்கு ஒரு முறை மற்றொரு

நட்சத்திரத்தை சுற்றிவரும். அவ்வாறு வெகுவிரைவாக வட்டமிட அந்த இரு நட்சத்திரங்களும் கண்டிப்பாக மிக அருகில் இருக்கவேண்டும்.

அங்கிருந்து வரும் எக்ஸ்ரேக் கதிர்கள் HD-226868-லிருந்து வரவில்லை மாறாக அதனருகிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து வந்தது. உண்மையில் HD-226868 வட்டமிட்டு கொண்டிருக்கும் தன் கூட்டாளியிடமிருந்துதான் எக்ஸ்ரேக்கள் வருகின்றன.

வானவியற்வல்லுநர்கள் HD-226868-யின் வட்டமிடும் வேகத்தை கணக்கிட்டு பார்க்கும் பட்சத்தில் அதன் கூட்டாளி நட்சத்திரம் நம் சூரியனைக்காட்டிலும் 5-லிருந்து 8 மடங்கு எடை அதிகம் கொண்டதாய் இருந்தது.

இருந்தும், ஒருவர் அந்த கூட்டாளி நட்சத்திரம் இருக்க வேண்டிய இடத்தை நோக்கும் போது அங்கு ஒன்றுமே தெரியவில்லை. அது நம் சூரியனை விட 5-லிருந்து 8 மடங்கு பெரியதான ஒரு சாதாரண நட்சத்திரமாக இருந்து 10,000 ஒளி ஆண்டுகள் தூரத்தில் இருந்தாலும் கூட தொலைநோக்கி கொண்டு பார்க்கும் அளவு பிரகாசமாய் இருந்திருக்கும்.

அதனை நம்மால் பார்க்க முடியாத காரணத்தால் அது கண்டிப்பாக ஒரு சிதைவுறும் நட்சத்திரமாக இருக்கவேண்டும். ஒரு வெண்குறுமீனோ அல்லது ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரமோ அந்த தூரத்தில் நம்மால் பார்த்திர இயலாது. அதே நேரத்தில் ஒரு வெண்குறுமீனோ அல்லது ஒரு நியூட்ரான் நட்சத்திரமோ சிதைவுறாமல் அவ்வளவு பெரிய எடைகொண்டதாய் இருக்க முடியாது. இந்த அனைத்து காரணங்களால் பல வானவியற்வல்லுநர்கள் சிக்னஸ் X-1-ஐ ஒரு கருந்தூளையாகத்தான இருக்கவேண்டும் என்று

எண்ணினர். இதுவே முதன்முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கருந்துளை. இன்னும் பல இருக்கலாம்.

நாம் இதுவரை பார்த்ததிலிருந்து தெரியவருவது. கருந்துளைகள் நட்சத்திரங்கள் சிதைவுறும் போது உருவாக முடிகிறது என்பது. அவ்வாறான கருந்துளைகள் நட்சத்திரங்களுக்கு ஈடான எடையைக் கொண்டு அதிகப்படியான திடப்பொருட்களைப் பெற்று நிலையாக வளர்கின்றன. வேறுவிதத்தில், அதி கடினத்துடன் அழுத்தப்படும்போது சிறிய விண்பொருட்களும் கூட கருந்துளைகளாக மாறுகின்றன.

\*\*\*

ஒரு பெருவெடிப்பின் போது இவ்வாறான நிகழ்வு நடந்திருக்கும் என்ற கூற்றை 1971-ஆம் ஆண்டு ஸ்டீபன் ஹாகிங் என்னும் ஆங்கிலேயே அறிவியலாளர் முன்வைத்தார். தற்போதை அண்டத்திலிருக்கும் அனைத்து திடப்பொருட்களும் அப்போது வெடித்து சிதறும்போது, சில திடப்பொருட்கள் அதிக அழுத்தத்துடன் இருக்கமாக சுருங்கி சிறு கருந்துளைகள் உருவாகி இருக்கின்றன. இந்த கருந்துளைகளில் சிலவற்றின் எடையானது ஒரு கோள்கள் அல்லது அதற்கும் குறைவான வான்பொருட்களின் எடையளவை மட்டுமே கொண்டிருந்திருக்கும். அவைகள் சிறு கருந்துளைகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

மேலும் கருந்துளைகள் கூட தன் எடையை இழக்கும் என்பதை ஹாகிங் கூறியிருந்தார். அவைகளுடைய ஈர்ப்புவிசை ஆற்றலின் ஒரு பகுதி ஷ்வாஷ்சைல்டு ஆரத்திற்கு வெளியில் துகள்களாக மாறி பின் இவைகள் வெளியேறக் கூடும். அவ்வாறு வெளியேறும் துகள்கள் தங்களோடு கருந்துளையின் எடையின் சிலவற்றை எடுத்துச் செல்கின்றன. இவ்வாறு கருந்துளைகள் ஆவியாகின்றன.

ஒரு நட்சத்திரத்தின் எடையளவைக் கொண்ட பெரிய கருந்துளைகள் ஆவியாகும் வேகமானது எவ்வளவு மெதுவாக நடைபெறுகிறதென்றால் அந்த கருந்துளைகள் காணாமல் போக மில்லியன் மில்லியன் ஆண்டுகள் எடுத்துக்கொள்ளும். அந்த கால இடைவேளையில் தன் எடையை இழப்பதை காட்டிலும் கூடுவது அதிகமாகும். அதனால் அவைகள் உண்மையிலேயே ஆவியாவதில்லை.

எவ்வளவு சிறியதாக கருந்துளை இருக்கிறதோ அவ்வளவு வேகமாக அவைகள் ஆவியாகி, மேலும் எடை பெறுவதற்கான வாய்ப்பு குறைந்துவிடும்.

மிகச்சிறியதான ஒரு கருந்துளை தன் எடையைப் பெருக்கிக் கொள்வதைக் காட்டிலும் வெகு சீக்கிரத்தில் இழந்துவிடும். அதனால் அது சிறியதாய் மாறிக்கொண்டே இருக்கும். சிறியதாக சிறியதாக அதன் ஆவியாகும் தன்மை அதிகமாகி அது மேலும் சிறியதாகிறது. இறுதியாக மிகமிகச் சிறியதாக மாறி ஒருவகை வெடிப்பாக ஒரே அடியாக ஆவியாகும் போது கதிர்வீச்சை வெளியிடும். அந்த கதிர்வீச்சு எக்ஸ்ரேக் கதிர்களைவிடவும் அதிக ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கும். அவ்வாறான கதிர்வீச்சை காமா கதிர்களாக இருக்கும்.

15,000 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் பெருவெடிப்பின் போது தோன்றிய சிறு கருந்துளைகள் தற்போதுதான் மறைந்து வருகின்றன. ஹாகிங் அவைகள் உருவாகும் போது எவ்வளவு பெரியதாய் இருந்திருக்கும் என்றும் அவைகள் வெடிக்கும் போது எந்த வகையான காமா கதிர்களை வெளியிடும் என்றும் கணக்கிட்டார்.

ஹாகிங் கணித்தது போன்ற காமா கதிர்களை வானவியற்றவல்லுநர்கள் கண்டுபிடிப்பார்களே ஆயின்

சிறு கருந்துளைகள் ஏற்கெனவே உருவாகி தற்போதும் உள்ளது என்பதற்கு சான்றாகும். இதுவரையிலும் அது போன்றதொரு காமா கதிர்கள் அறியப்படவில்லை.

அவைகள் எந்த நேரத்திலும் உருவாகலாம். இன்னும் சிக்னஸ் X-I இருந்துகொண்டுதான் இருக்கிறது.

கூடிய விரைவில் வானவியற்வல்லுநர்கள் கருந்துளைகளைப் பற்றி மேலும் பல அறியலாம். ஒருவேளை அதிசயதக்க விவரங்களை அவர்கள் அறியும் போது அண்டத்ததைப் பற்றி நாம் கடந்த காலத்தில் அறிந்ததைவிட நன்கு தெரிந்து கொள்ள நமக்கு உதவியாய் இருக்கும்.

★ ★ ★ ★ ★